

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY A ELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

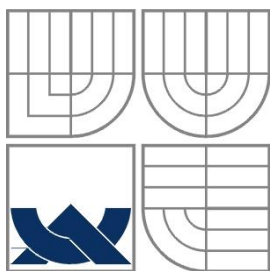
NÁVRH SYSTÉMU S PERMANENTNÍMI MAGNETY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

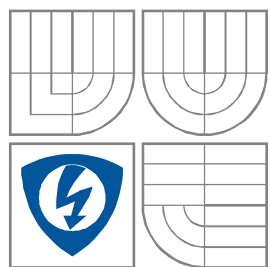
Martin Šašek

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A
KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY
A ELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC
ENGINEERING

Návrh systému s permanentními magnety

The design of system with permanent magnets

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Šašek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. František Veselka, CSc.

BRNO 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma návrh systému s permanentními magnety jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

Podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Františku Veselkovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne

Podpis autora

Bibliografická citace práce:

ŠAŠEK, M. *Návrh systému s permanentními magnety*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 69 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. František Veselka, CSc.

ABSTRAKT

Tato práce využívá a komentuje současné možnosti parametrického modelování, je zde sestaven výčet nových možností programu Autodesk Inventor Series 2012. Popis samotného modulu. Dále jsou zde shrnuty výhody adaptivního modelování a na jednoduchém modelu je adaptivní modelování prakticky provedeno.

V praktické části se věnuje možnostem animace a vytvoření modelu v prostředí modulu prezentace a v programu Autodesk Inventor Studio, ve kterém je následně vytvořena animace magnetického stojánu.

KLÍČOVÁ SLOVA: Autodesk Inventor 2012, parametrické modelování, Marking menu, historie CAD systémů, Point Linker, 3D Annotation, Thread Modeller, magnetický stojánek

ABSTRACT

This work describes the current variants of parametric modeling, there is a list compiled new possibilities of program Autodesk Inventor Series 2012. It also included a description of the module it self. There are also summarized the advantages of adaptive modeling and a simple model of adaptive modeling is almost done.

In the practical part I devoted to the possibilities of animation creation model in the environment of the presentations and in the program Autodesk Inventor Studio, which is then created animations magnetic stand.

KEYWORDS: Autodesk Inventor 2012, Parametric modeling, Marking menu, History of CAD system's, Point Linker, 3D Annotation, Thread Modeller, magnetic stand

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	10
SEZNAM TABULEK	12
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	13
TEORETICKÁ ČÁST	14
1 ÚVOD.....	14
2 CAD SYSTÉMY	14
2.1. HISTORIE CAD SYSTÉMŮ.....	15
2.2. SYSTÉMOVÉ POŽADAVKY INVENTOR 2012.....	18
2.3. ADAPTIVNÍ CAD SYSTÉMY + JEJICH ČLENĚNÍ	18
3 NOVÉ PŘÍNOSY U INVENTOR SERIES 2012.....	20
3.1 UŽIVATELSKÉ ROZHRAŇÍ, PRODUKTIVITA	20
3.1.1 MARKING MENU (VÝBĚROVÉ MENU).....	20
3.1.2 AUTODESK INVENTOR WIKI HELP	21
3.1.3 UŽIVATELSKÉ ROZHRAŇÍ.....	21
3.1.4 ROZŠÍŘENÍ POMOCNÉHO MINIPANELU PŘÍMÉHO MODELOVÁNÍ.....	21
3.1.5 RASTROVÝ VÝKRESOVÝ POHLED.....	22
3.1.6 UŽIVATELSKÉ FORMULÁŘE	23
3.2 ROZŠÍŘENÉ MODELOVÁNÍ.....	23
3.2.1 OPRAVNÉ NÁSTROJE PRO MODELOVÁNÍ.....	23
3.2.2 ZRCADLENÍ	24
3.2.3 POHLED NA 3D SKICU VE 2D NÁČRTU	24
3.2.4 REPREZENTACE POHLEDU V DÍLECH	25
3.2.5 DYNAMICKÝ ŘEZ	25
3.2.6 ROZŠÍŘENÉ INFORMACE K PRVKU	26
3.3 INTEROPERABILITA	27
3.3.1 AUTOCAD IMPORT.....	27
3.3.2 VÝMĚNA DAT.....	28
3.3.3 SOUBORY RHINO	28
4 MODELOVÁNÍ V INVENTORU SERIES 2012.....	30
4.1 PARAMETRICKÉ MODELOVÁNÍ.....	30
5 MOŽNOSTI ANIMACE S VYUŽITÍM INVENTOR SERIES 2012.....	32
5.1 ANIMACE	32
5.2 RENDERY	32
PRAKTICKÁ ČÁST.....	35
6 MODEL MAGNETICKÉHO STOJÁNKU.....	35
6.1 STANOVENÍ VELIKOSTI PŘÍDRŽNÉ SÍLY PERMANENTNÍCH MAGNETŮ.	36
6.2 STANOVENÍ VELIKOSTI MAGNETICKÉ INDUKCE.....	37

6.3	ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET PŘÍTLAČNÉ SÍLY MAGNETICKÉHO STOJÁNKU	38
6.4	MODELOVÁNÍ MAGNETICKÉHO STOJÁNKU	40
6.4.1	TĚLO STOJÁNKU.....	40
6.4.2	DRŽÁK	45
7	TVORBA ANIMACE	50
8	ZÁVĚR.....	54
	POUŽITÁ LITERATURA	56

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr1: Zařazení CAD do oblasti CA technologií[3][4]</i>	<i>15</i>
<i>Obr 2: Světelné pero[3][4]</i>	<i>16</i>
<i>Obr 3: Tablet nahrazující světelné pero[3][4]</i>	<i>16</i>
<i>Obr 4: Pracovní CAD stanice IBM 6090 [3][4]</i>	<i>17</i>
<i>Obr 5: Marking menu.....</i>	<i>20</i>
<i>Obr 6: Srovnání minipanelu přímého modelování pro Inventor 2012 a 2011.....</i>	<i>22</i>
<i>Obr 7: Rastrovaný výkres.....</i>	<i>22</i>
<i>Obr 8: Opravné nástroje pro modelování.....</i>	<i>23</i>
<i>Obr 9: Zrcadlením.....</i>	<i>24</i>
<i>Obr 10: 3D skica ve 2D náčrtu.</i>	<i>25</i>
<i>Obr 11: Pohledy dílů.....</i>	<i>25</i>
<i>Obr 12: Dynamický řez</i>	<i>26</i>
<i>Obr 13: Prohlížeč modulů.....</i>	<i>27</i>
<i>Obr 14: Import Inventor 2012.....</i>	<i>28</i>
<i>Obr 15: Import Rhio souboru.....</i>	<i>29</i>
<i>Obr 16: Ukázka prostorově adaptivního modelování</i>	<i>31</i>
<i>Obr 17: Rendrování animace</i>	<i>33</i>
<i>Obr 18: Rendrování animace 2.....</i>	<i>33</i>
<i>Obr 19: Magnetický stojánek</i>	<i>35</i>
<i>Obr 20: Graf závislosti $F_1=f(s)$ PM [8]</i>	<i>36</i>
<i>Obr 21: Diagram vlastností PM v závislosti na h/D[8].....</i>	<i>37</i>
<i>Obr 22: Tělo upínky</i>	<i>40</i>
<i>Obr 23: Tělo část 1- náčrt.....</i>	<i>40</i>
<i>Obr 24: Vysunutí Těla část 1.....</i>	<i>41</i>
<i>Obr 25: Úprava tvaru Těla část 1</i>	<i>41</i>
<i>Obr 26: Odečtení plochy</i>	<i>42</i>
<i>Obr 27: Načrtnutí zkosení stěny 1</i>	<i>42</i>
<i>Obr 28: Odečtení zkosení stěny 1.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr 29: Vytvoření úložiště magnetu.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr 30: Znázornění zkosení stěny 2</i>	<i>44</i>
<i>Obr 31: Odečtení zkosení stěny 2.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr 32: Vytvoření díry se závitem.....</i>	<i>44</i>

<i>Obr 33: Držák stojánku.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr 34: Základní tvar držáku 1 podstavy</i>	<i>46</i>
<i>Obr 35: Základní tvar držáku 2 podstavy</i>	<i>46</i>
<i>Obr 36: Dotvarování otvoru pro šrouby na podstavě.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr 37: Vytvarování řídících drážek na podstavě</i>	<i>47</i>
<i>Obr 38: Vysunutí řídících drážek na podstavě.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr 39: Hřídelka spodní část.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr 40: Hřídelka spodní část vysunutí.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr 41: Hřídelka vrchní část vysunutí</i>	<i>48</i>
<i>Obr 42: Zkosení hřídelky.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr 43: Vložit vazbu.....</i>	<i>50</i>
<i>Obr 44: Systémové prostředí.....</i>	<i>50</i>
<i>Obr 45: Systémové prostředí.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr 46: Styly osvětlení</i>	<i>51</i>
<i>Obr 47: Přidání kamery</i>	<i>51</i>
<i>Obr 48: Animace komponent.....</i>	<i>52</i>
<i>Obr 49: Animace útlum</i>	<i>52</i>
<i>Obr 50: Tvůrce videa</i>	<i>52</i>
<i>Obr 51: Rendrování animace.....</i>	<i>53</i>
<i>Obr 52: Znázornění měřících bodů strana 1</i>	<i>57</i>
<i>Obr 53: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 1, tab.1, $B=f(a)$.....</i>	<i>58</i>
<i>Obr 54: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 1, tab. 2, $B=f(a)$.....</i>	<i>59</i>
<i>Obr 55: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 1, tab.3, $B=f(a)$.....</i>	<i>60</i>
<i>Obr 56: Znázornění měřících bodů strana 2.....</i>	<i>61</i>
<i>Obr 57: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 2, tab.1, $B=f(a)$.....</i>	<i>62</i>
<i>Obr 58: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 2, tab.2, $B=f(a)$.....</i>	<i>63</i>
<i>Obr 59: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 2, tab.3, $B=f(a)$.....</i>	<i>64</i>
<i>Obr 60: Znázornění měřících bodů strana 3.....</i>	<i>65</i>
<i>Obr 61: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 3, tab.1, $B=f(a)$.....</i>	<i>66</i>
<i>Obr 62: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 3, tab.2, $B=f(a)$.....</i>	<i>67</i>
<i>Obr 63: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 3, tab.3, $B=f(a)$.....</i>	<i>68</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Vlastnosti permanentních magnetů</i>	<i>38</i>
<i>Tab. 3. strana 1- měření na horním okraji stojáčku</i>	<i>58</i>
<i>Tab. 4. strana 1- měření střední části stojáčku</i>	<i>59</i>
<i>Tab. 5. strana 1- měření na dolním okraji stojáčku</i>	<i>60</i>
<i>Tab. 6. strana 2- měření na horním okraji stojáčku</i>	<i>62</i>
<i>Tab. 7. strana 2- měření střední části stojáčku</i>	<i>63</i>
<i>Tab. 8. strana 2- měření na dolním okraji stojáčku</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 9. strana 3- měření na horním okraji stojáčku</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 10. strana 3- měření střední části stojáčku</i>	<i>67</i>
<i>Tab. 11. strana 3- měření na dolním okraji stojáčku</i>	<i>68</i>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

2D	dvojměrný prostor
3D	trojměrný prostor
.ipt	norma pro součást
.iam	norma pro sestavu

TEORETICKÁ ČÁST

1 ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce, je praktické využití a komentář moderního, vizualizačního programu, AutoCad Inventor 2012 Series.

Podpora kreativního myšlení konstruktérů získává s nástupem parametrického a adaptivního modelování zcela nové rozměry. Tyto technologie s sebou přinášejí zásadní změnu myšlení, nikoliv pouze vyjadřovacích prostředků. Klasický postup „představ si těleso a pak vytvoř výkres“ je nahrazen technologií, která řeší tuto předvýrobní fázi pomocí virtuálního prototypu. Model se stává nejen zdrojem informací pro odvození výkresové dokumentace, ale i počátečním podkladem pro jeho další konstrukční a technologické zpracování. [1]

Práce je rozdělena celkem na 3 části, z nichž první popisuje CAD systémy obecně a konkretizuje, popisuje jejich rozdělení.

Druhý sektor a zároveň jedna ze dvou stěžejních částí práce je zaměřena na Inventor 2012 a novinky, které přinesla verze 2012 do počítačového konstruování.

Třetí segment, a taky druhá stěžejní část, tělo práce se sestává z popisu modulu Inventoru, tvorby animace. Na obrázcích jsou představeny styly rendrování, animací, kamer, osvětlení, apod.

Závěr je věnován popisu praktické součásti. Obsahuje podrobný postup při tvorbě animace magnetického stojánu od zkonstruování jednotlivých částí po samotnou prezentaci. Výsledná vizualizace jde prezentovat 3 způsoby, které jsou shrnuty v poslední kapitole. Na vytvořených animacích je dokumentován rozdíl v jejich zpracování a výsledné prezentace, podle zvoleného způsobu provedení.

2 CAD SYSTÉMY

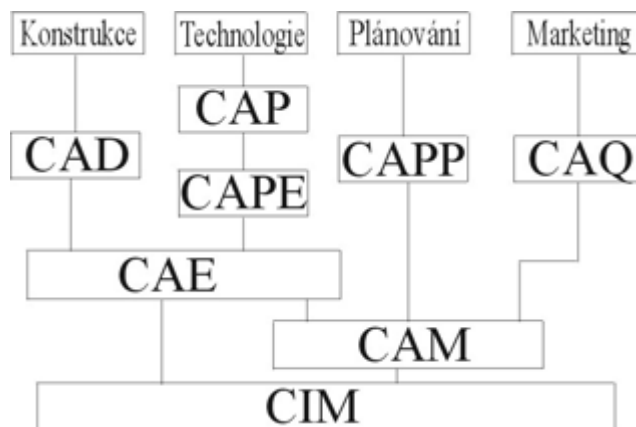
CAD systémy (*Computer Aided Design*) jsou programové nástroje určené pro použití v úvodních etapách výrobního procesu, ve vývoji, konstrukci a technologické přípravě výroby. Oblast CAD je jen jednou součástí nasazení výpočetní techniky v průmyslu. Souhrnně je toto nasazení označeno CA technologie. Zkratka CAx znamená *Computer Aided – počítačová podpora*. CAx technologie znamenají účelné a maximální využití nasazení prostředků výpočetní techniky (technického i programového vybavení), které podporuje tvůrčí přístup živatele (konstruktéra, technologa, výpočtáře a dalších profesí) při řešení úloh souvisejících s výrobním procesem.

CAx technologií lze rozdělit do oblastí:

- CIM – *Computer Integrated Manufacturing*,
- CAM – *Computer Aided manufacturing*,
- CAE – *ComputerAided Engineering*,

- CAD – *Computer Aided Design*,
- CAPE – *Computer Aided Production Engineering*,
- CAP – *Computer Aided Programming*,
- CAPP – *Computer Aided Process Planning*,
- CAQ – *Computer Aided Quality*.

Souvislost mezi jednotlivými oblastmi CA technologií je na obr.1.



Obr1: Zařazení CAD do oblasti CA technologií[3][4]

Zkratka CAD – *Počítačová podpora konstruování*, zahrnuje všechny programové nástroje, určené pro proces konstruování. Znamená to, že slouží k návrhu a optimalizaci konstrukčního řešení. Samotnou oblast CAD technologií lze dále rozdělit na jednotlivé oblasti, například takto:

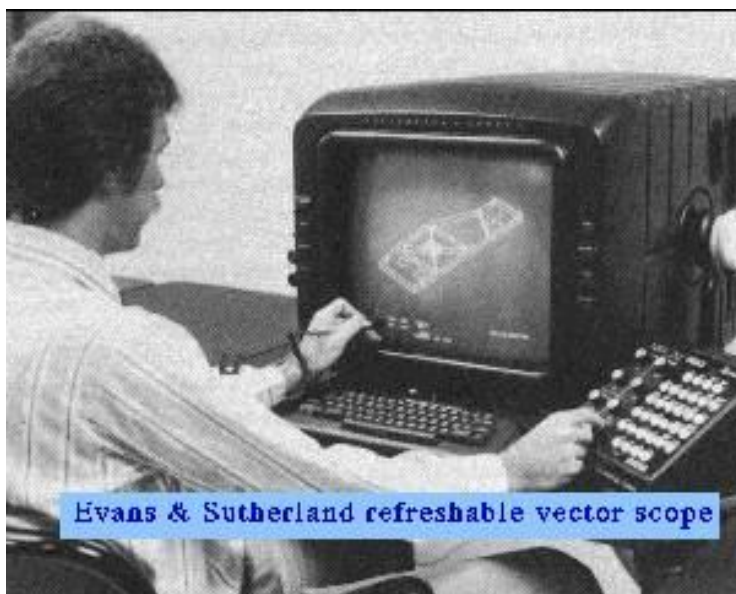
- CADD – *Computer Aided Design and Drafting*,
- CAPD – *Computer Aided Pipe Design*,
- FEM – *Finite Element Method*,
- CAE – *Computer Aided Engineering*,
- GIS – *Geographical Information System*,
- CAM- *Computer Aided Manufacturing*.

Veškeré CAD systémy jsou nástroje. Z toho důvodu je k nim nutné i takto přistupovat. Samotná znalost libovolného CAD systému v žádném případě nezaručí, že ten, kdo bude se systémem pracovat, bude dobrým konstruktérem. Nasazení CAD technologií přineslo kvalitativní posun v metodice konstruování. [2]

2.1. Historie CAD systémů

Doba pokročila, způsoby vizualizace také, dostáváme se do poloviny 20. století. Odezněla druhá světová válka a požadavky kladené na výrobu a přesnost se mnohonásobně zvýšily. Technické výpočty se nedají řešit pouze na papíře s pomocí logaritmického pravítka, kontrola správnosti zabírá také příliš mnoho času.

Základ využití výpočetní techniky pro kreslení je spjat s vynálezem světelného pera v roce 1950. Perem zachycený obraz se elektrostaticky zachycoval na stínítku obrazovky, které sloužila zároveň jako paměť. Tohoto nápadu se prvotně ujala armáda, kde tento vynález našel praktické uplatnění u protivzdušné obrany – radarového systému SAGE (Semi-Automatic Ground Environment). Počítačem vybavený stroj dokázal vypočítat trasu letounu, na základě dat vložených světelným perem.



Obr 2: Světelné pero[3][4]

Komunikace se systémem byla dříve mnohem obtížnější než dnes, myš byla zcela neznámá periferie do r. 1965 a tak se kreslilo světelným perem na obrazovku jako na digitální papír. Světelné pero později nahradil tablet.



Obr 3: Tablet nahrazující světelné pero[3][4]

Konec vektorové grafiky, použití rastrové grafiky jak ji známe dnes, se poprvé objevuje až koncem roku 1978. Na obrázku č. 4 je CAD pracovní stanice IBM 6090, obrazovka má už poměrně dobré rozlišení 1024x1280 s 24bitovou hloubkou barev.

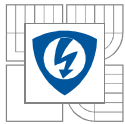


Obr 4: Pracovní CAD stanice IBM 6090 [3][4]

V těchto letech se začíná zlepšovat počítačová grafika, vymýšlí se výpočetní algoritmy pro zobrazování skrytých ploch. Významným způsobem na zrodu klasické grafiky se podílela Univerzita ve státě Utah, přitahující budoucí zakladatele a manažery velkých firem jako je SGI, Adobe, atd. V roce 1979 je specifikován známý 3D průmyslový standard pro výměnu dat mezi konstrukčními systémy - IGES (Initial Graphic Exchange Specification), který je do dnes uznáván.

Modelování těles s trojrozměrnou grafikou ploch a renderováním se objevuje v kreslicím programu typu ARCH MODEL v roce 1980 jako nadstandardní modul. Do té doby samotný model existoval pouze v drátěné podobě. Iluze plochy modelu se vytvářela sítí čar.

V tuto dobu Intel zahajuje novou generaci procesorů x86. Vyvíjí se pracovní stanice založené především na procesorech typu RISC od firem známých jmen jako např. Apollo, Sun, Hewlett-Packard, IBM, Digital, a později Silicon Graphics. Výpočetně náročné, stále dokola se opakující výpočty transformací grafických souřadnic se postupně implementují přímo do HW grafické karty, takže se ušetří výpočetní čas procesoru. Několik organizací tou dobou začalo vyvíjet kreslicí software schopný provozu také na počítačích „laciné třídy“. Objevují se grafické editory typu VersaCAD, AutoCAD, CADkey, MicroCADAM, atd. Postavení takovýchto grafických editorů bylo dominantní především ve 2D. Modelování ve 3D sloužilo především k ověření základní myšlenky návrhu, nikoliv jako konstrukční přístup. Jestliže se po namalování základního obrysu vytvořil trojrozměrný model, pak jakékoliv dodatečné změny ve tvaru nebo rozměrech modelu se daly dělat dost komplikovaně. Někdy bylo výhodnější celý model prostě smazat a vytvořit znovu. Takový způsob návrhu postrádá eleganci, je časově náročný a pracný. Velkou část času určenému k návrhu designer musel využít neefektivním způsobem. Často objemový model z důvodu nedostatku času designer ani nevytvářel. A tak se zrodila myšlenka parametrického modelování. Základní paradigma parametrického modelování spočívá ve hrubém naskicování tvaru, zakótování a pak postupného zpřesňování návrhu přes parametry až do konečné podoby. Kóty jsou atributy tvaru na rozdíl od staršího paradigmatu, kde se rozměry modelu zadávaly jaksí natvrdo, výkresová část modelu nemusela vždy odrážet skutečný stav modelu. To často vedlo k fatálním chybám. Se systémy tohoto typu je možné se setkat dodnes.



V roce 1988 se na trhu objevil produkt firmy PTC Pro/Engineer. Koncepti parametrického modelování brzo přejímají další produkty jako např. Solid Edge, SolidWorks, Unigraphics, atd. Od roku 1993 se postupně mění dominantní platforma založená na operačním systému UNIX. Stále více CAD systémů pracuje pod operačním systémem Windows NT, který je do jisté míry schopen zajistit stabilitu.

Jako mladší bratr CAD se v sedmdesátých letech rodí CAM (Computer Aided Manufacturing). Může být definován jako využití počítačových systémů pro přípravu a řízení operací ve výrobním procesu. V r.1961 firma Boeing zavádí do výroby první číslicově řízený stroj (NC). Děrné pásky nebo štítky pro archivaci dat se používaly téměř bez výjimky. Občas se v útrokách řídicí jednotky stroje ukrývala feritová paměť. Zavedení počítačem řízených obráběcích strojů (CNC) do výroby znamenalo zvýšení jejich flexibility a zkrácení doby využití na seřízení stroje. Přínosem takového stroje je minimální zmetkovitost při podstatně vyšší produktivitě práce. Hlavní uplatnění takovýchto strojů nalezneme v malosériové až kusové výrobě. Ve velkosériové výrobě se z ekonomických důvodů stále používají a pravděpodobně budou používat váčkové automaty (např. výroba šroubů).

Na provoz CAD systému už dávno není potřeba speciální grafická pracovní stanice. V podstatě výkonem dnes postačuje běžný kancelářský počítač s přiměřeně výkonnou grafickou kartou. Samozřejmě lepší monitor s uhlopříčkou nad 17 palců je pro takovou práci vhodnou investicí. Koupíme-li si počítač „jenom na hry“, tak výkonové požadavky budou určitě splněny.

Současné CAD software se snaží svojí koncepcí nezatěžovat designera příliš speciálními znalostmi. Umožňuje tak tvůrčí síly soustředit především na samotný problém. [3][4]

2.2. Systémové požadavky Inventor 2012

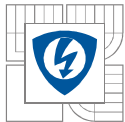
Systémové požadavky pro Inventor 2012 - Pracoviště pro menší až střední sestavy (do 1.000 součástí)

- PC s procesorem Pentium 4/Xeon/Athlon 2GHz a vyšším (doporučeno P-4), 3GHz pro větší sestavy, s podporou SSE2,
- 2GB RAMM - 8GB RAMM,
- 3.7GB na disku (pro výukové účely i 1.7GB, v síti),
- OpenGL/Direct3D (10/9) grafická karta 1280x1024, s 128MB+ VRAM (podle certifikace, viz níže),
- Internet Explorer 6-8, Adobe FlashPlayer 10,
- Excel 2003 až 2010 (pro iSoučásti, závitů a tabulkami řízené modely),
- Microsoft.Net Framework 4.0,
- Windows XP Professional sp3 (ne Home) nebo XP x64 sp2, Windows Vista sp2 nebo Vista 64 sp2, Windows 7.

2.3. Adaptivní CAD systémy + jejich členění

CAD systémy lze rozdělit do tří kategorií.

V té nižší třídě jsou takové, které podporují tvorbu dvojrozměrných objektů a umožňují generování výkresové dokumentace.



Ve střední třídě jsou zahrnuty systémy obsahující trojrozměrné modelovací nástroje, včetně těch vizualizačních. Výhodou těchto programů je, že umožňují integraci speciálních programů tzv. nástaveb.

Velké CAD systémy jsou plně trojrozměrné a umožňují vytvoření výkresové dokumentace podle 3D modelu. Zde už je neustále provázán model s výkresem, což znamená, že případné změny provedené v libovolné části se projeví jak ve výkresu, tak v modelu. Navíc je možné celý program upravovat podle požadavků uživatele. [6],[2]

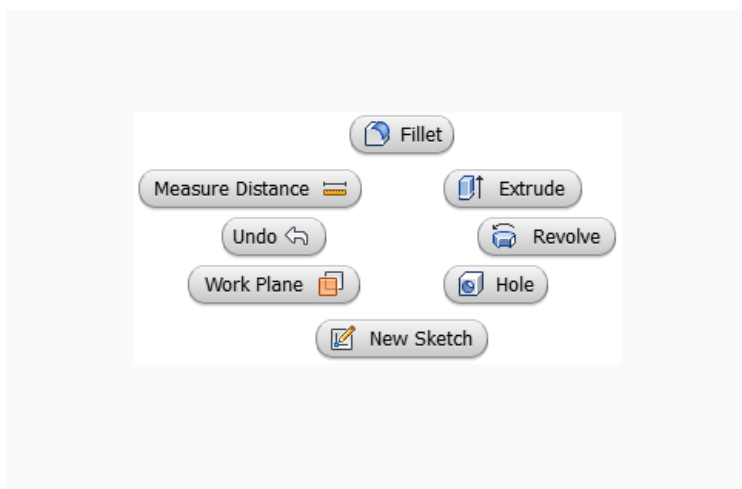
- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| ➤ Zástupci nižší třídy: | AutoCAD LT, TurboCAD, Delux. |
| ➤ Zástupci střední třídy: | AutoCad |
| ➤ Zástupci velké třídy: | Autodesk Inventor, SolidWorks, NX |

3 NOVÉ PŘÍNOSY U INVENTOR SERIES 2012

V této kapitole budou popsány renovované i nové možnosti, které přináší modul Inventor 2012. Novinek je celá řada, z důvodu početnosti změn budou uvedeny, přiblíženy a obrázky zdokumentovány konkrétní příklady.

3.1 Uživatelské rozhraní, produktivita

3.1.1 Marking Menu (Výběrové menu)



Obr 5: Marking menu

Marking menu nahrazuje kontextové menu, které se zobrazilo kliknutím na pravou klávesu u myši. Po kliknutí v grafickém prostředí na pravé tlačítko u myši se zobrazí *Marking menu*, neboli výběrové menu, které je soustředěno na aktuální pozici kurzoru. V tomto menu se nachází nejčastěji používané příkazy, jako například *Vytvoření vazby*, *Vložení komponentu*, *Vytvoření obdélníkového pole* a dále. Dále se zde nachází i standardní menu z předcházející verze. Vyvolání tohoto menu můžeme provést dvěma způsoby.

První způsob, kliknutím na pravé tlačítko u myši a výběr daného příkaz.

Druhý způsob, při stisknutí a držení pravého tlačítka lze ihned pohybujícím se kurzorem vybrat danou funkci, kterou se po uvolnění tlačítka ihned spustí, stačí si zapamatovat kde se daná funkce v *Marking menu* nachází.

Jelikož *Marking menu* je uživatelsky přizpůsobitelné, nachází se možnost nastavit si, které příkazy a kde se budou v daném menu nacházet. Na kartě *Nástroje* - *přizpůsobit*, karta pro *Marking menu*, zde se nachází defaultně nastavené příkazy. Lze si nastavit místo pro určení dalšího nového příkazu, dále je možnost nastavit, zda je vhodnější vidět v *Marking menu* pouze text, ikonky s textem nebo pouze ikonky. Dané rozhraní je importovatelné. [9]



3.1.2 Autodesk Inventor Wiki Help

Wiki help poskytuje mnoho významných a nových informací. Online Wiki Help je nyní hlavní nápověda v Autodesk Inventor. Ve verzi 2012 není již standardní nápověda jako v předchozích verzích.

Při instalaci Autodesk Inventor 2012, je automaticky vybraná položka Wiki help, kterou lze odebrat. Základní nápověda obsahuje odkaz na určité téma, základní výuku pro nového uživatele a další užitečné rady pro uživatele Autodesk Inventor 2012. Pokud při instalaci není aktivní připojení k internetu, celá nápověda může být stáhnuta ze stránek www.autodesk.com a nainstalována do programu jako samostatná část. [7]

3.1.3 Uživatelské rozhraní

Předchozí verze Inventoru ukládaly uživatelské nastavení záložek a klávesové zkratky v oddělených XLS souborech. U Inventoru 2012 se uživatelské nastavení karet, klávesové zkratky a nastavení nového menu přes pravé tlačítko ukládá v jediném XLS souboru.

Tato nová konvence vytváří snadnější přístup pro uživatelské nastavení již při instalaci. Dále usnadňuje sdílení uživatelského nastavení mezi uživateli v určité organizaci. [9]

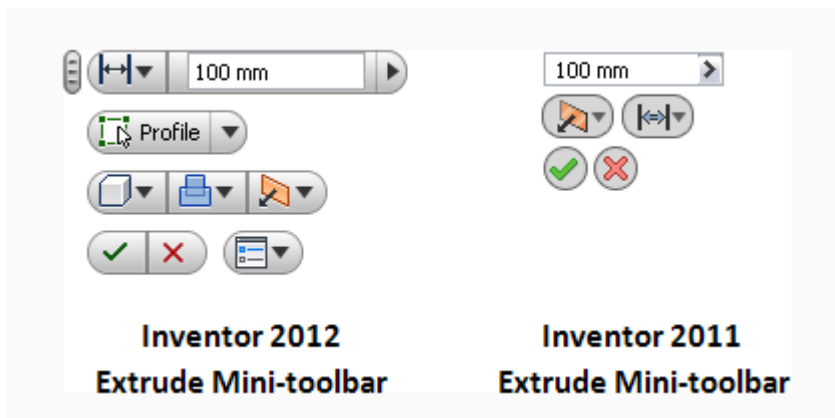
3.1.4 Rozšíření pomocného minipanelu přímého modelování

Mini panel je nyní snadnější a rozšířenější pro větší funkčnost. Do mini panelu kromě těchto funkcí jako *Zaoblení*, *Zkosení*, *Vysunutí* a *Rotace* přibýly i další funkce, například *Vybrání dalšího profilu*, *Přidání tělesa*, nebo pouze *Plochy*, je zde i možnost vytvoření *Nového objemového tělesa*, které následně převedeme na konečnou sestavu. Nový *Mini panel* má nově i vlastní nastavení, ve kterém lze změnit například *Viditelnost* tohoto panelu, nebo je možnost panel upevnit v grafickém okně.

Novinky v *Zaoblení* – zvolíme si hranu, pomocí *Mini panelu* zvolíme příkaz *Zaoblit*, dynamickým tažením si můžeme určit velikost *Zaoblení* a dále si můžeme všimnout, že se panel rozšířil o další možnosti. Můžeme si vybrat, jestli chceme *Zaoblení konstantní*, nebo *Proměnné*. U *Proměnného zaoblení* došlo k mnoha změnám a vylepšením. Nyní si můžeme vybrat jednotlivé body, ve kterých si určíme velikost *Zaoblení* a *Vzdálenost od počátku*, dále si můžeme nastavit *Hladký přechod G2*, což je další novinkou této verze. *Přechod G2* se používá pro přechod bez viditelných švů mezi povrchy.

Dále došlo k rozšíření vizualizace. Pro kvalitní výstupy můžeme nastavit kvalitu zobrazení při *Realistickém zobrazovacím stylu*. Při přepnutí do *Realistického stylu* máme na výběr tři možnosti: *Interaktivní*, *Dobrá*, *Nejlepší*. Tím dochází k přepočítávání a ke zvýšení kvality zobrazení a následného výstupu. Čím větší kvalita, tím lepší výstup a logicky delší načítání. Dojde k vyhlazení jednotlivých ploch a tím dochází k nejlepšímu výstupu. Tento dialog, lze zapnout / vypnout na kartě *Pohled*. Tento průběh je možný sledovat i v *Monochromním stylu*.

Další novinkou je výběr *Geometrie*. Kurzor pro výběr *Geometrie dílu* v grafickém okně ve starších verzích představoval kliknutí na pravou nebo levou část sponky. V Inventoru 2012 znázorňuje kurzor pro výběr geometrie rozevírací nabídku dostupných voleb. Pomocí rozevírací nabídky můžeme vybrat jednotlivé díly. Touto funkcí můžeme eliminovat špatný výběr a urychlit tím práci v Inventoru 2012. [9]

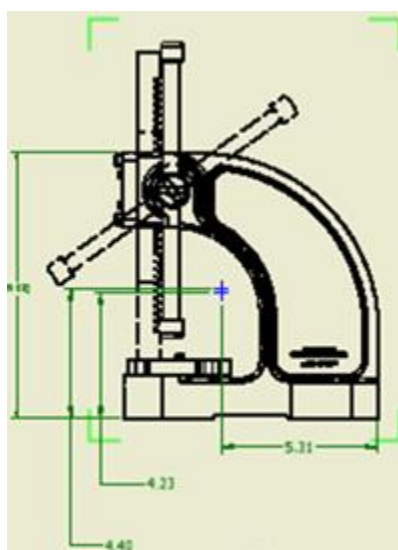


Obr 6: Srovnání minipanelu přímého modelování pro Inventor 2012 a 2011.

3.1.5 Rastrový výkresový pohled

Náhled rastrů zvýší produktivitu, pokud se bude pracovat s velkými sestavami. Přesný výkresový pohled je nyní vypočítán v pozadí, zatímco se pracuje s pohledovými rastry. *Pohledy rastrů* jsou značeny rohovou zelenou značkou v grafickém okně a určitou ikonou ve stromu historie.

Rastrový výkresový pohled jde zrušit v možnostech aplikace, kde lze tuto možnost vypnout. [7]



Obr 7: Rastrovaný výkres

3.1.6 Uživatelské formuláře

Můžeme si vytvořit model, který bude řízen pomocí *Formuláře*. Tento *Formulář* si nastavíme dle vlastního uvážení a zvolíme si parametry, které budete chtít publikovat pro následnou změnu.

V hlavní konfigurační tabulce si již nastavíte parametry, podle kterých bude model změněn [7]

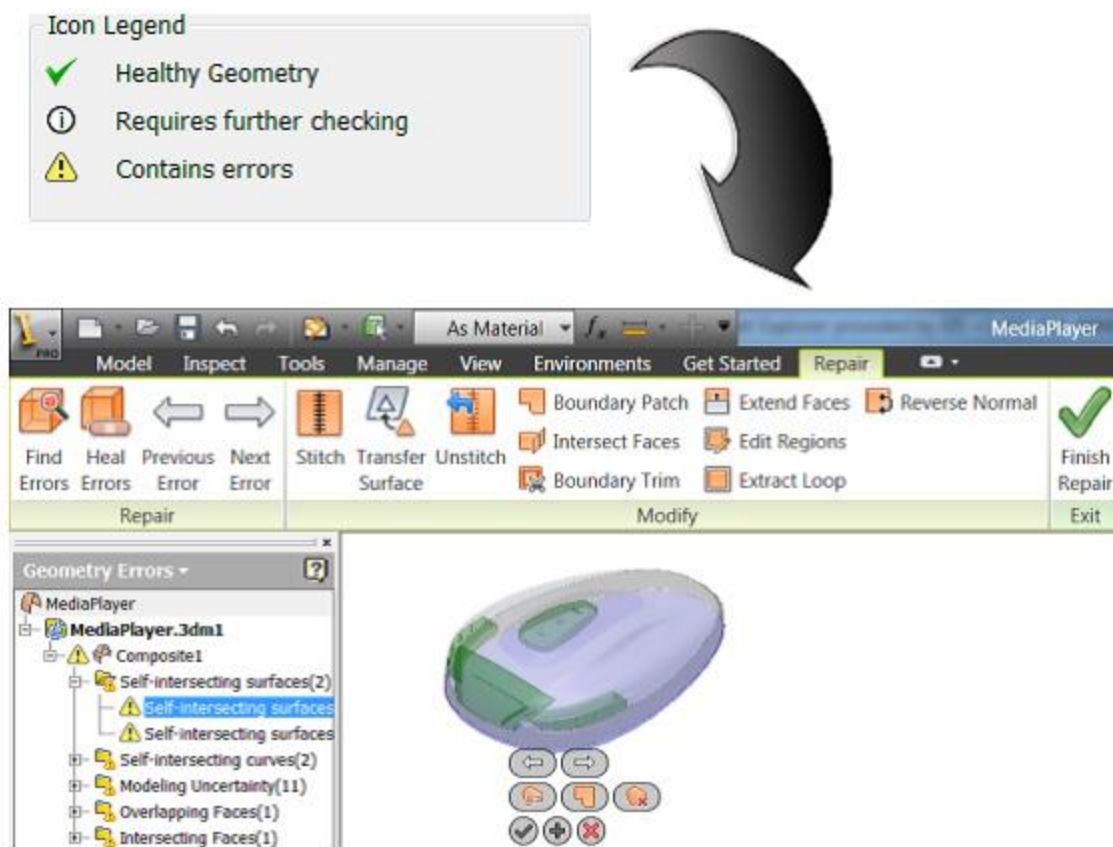
3.2 Rozšířené modelování

3.2.1 Opravné nástroje pro modelování

Importované povrchy musí být před použitím v parametrických operacích povýšeny do prostředí součásti. Chcete-li povrchy po importu analyzovat a následně léčit, použijte nové nástroje v Inventoru 2012.

Nyní lze léčit a opravit data v novém prostředí pro importované komponenty.

Pokud naimportujeme data za pomoci integrovaného překladače, můžeme se přepnout do prostředí pro modifikaci tělesa. Do tohoto prostředí se lze přepnout i přes pravé tlačítko na zvolené komponentě v prohlížeči. [7]

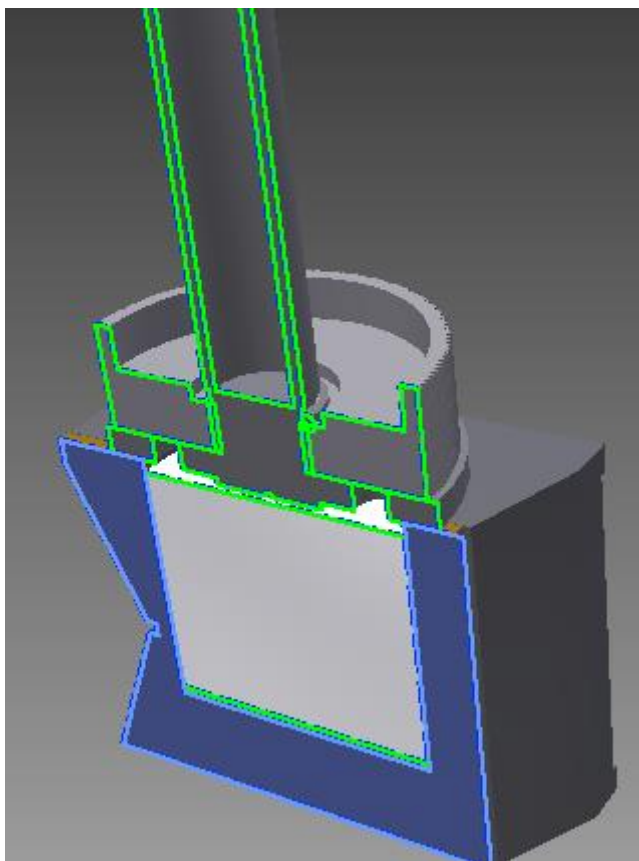


Obr 8: Opravné nástroje pro modelování.

3.2.2 Zrcadlení

Prvky je možné *Zrcadlit* pomocí libovolné pracovní roviny nebo rovinné plochy. Nyní lze *Zrcadlit Zaoblení* bez souvisejícího prvku. Můžeme tak vytvořit symetrický model s méně prvky.

[7]

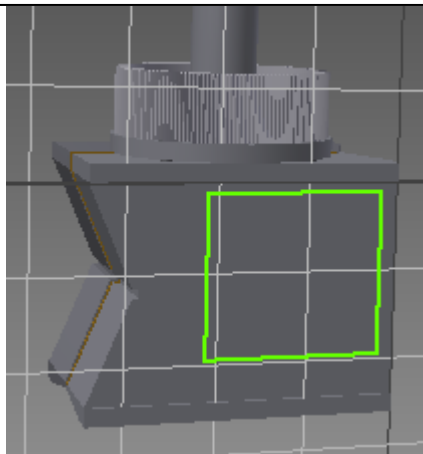


Obr 9: Zrcadlením.

3.2.3 Pohled na 3D skicu ve 2D náčrtu

Při vytváření 2D náčrtu si můžeme prohlédnout 3D náčrtovou geometrii. Zatímco modifikujeme 2D náčrt, nová 3D geometrie se zobrazuje v náhledu. Když dokončíme 2D náčrt, 3D skica je již vytvořená a připravena k použití.

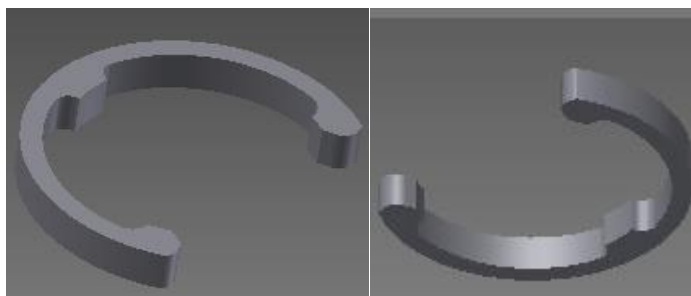
[7]



Obr 10: 3D skica ve 2D náčrtu.

3.2.4 Reprezentace pohledu v dílech

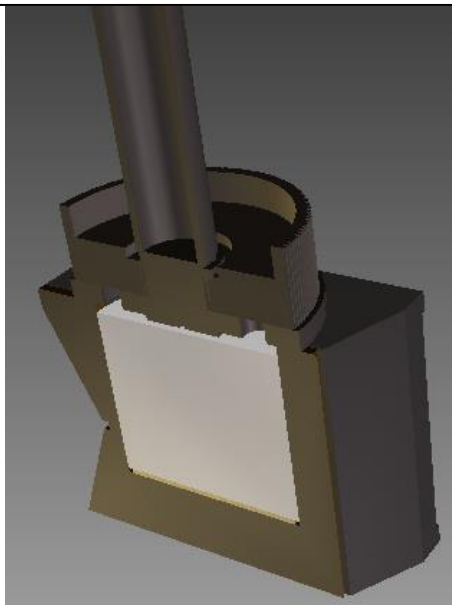
Pohledová *Reprezentace* byla používána dříve pouze v sestavách, pro vypnutí *Viditelnosti komponent* a nastavení celkového pohledu. Nyní lze s pohledovou reprezentací pracovat i v jednotlivých dílech, u kterých si s její pomocí nastavíme *Barvu*, *Viditelnost jednotlivých prvků* a *pohledovou pozici*, která lze uzamknout proti případným změnám. Výhodou *Reprezentace pohledu* je možnost vypnutí viditelnosti prvků, které nemají být viditelné, a možnost uložení takového pohledu pod určitým názvem. [7]



Obr 11: Pohledy dílů.

3.2.5 Dynamický řez

V nové verzi je nyní možnost volně pohybovat rovinou řezu v řezu. Tím se stává řez dynamický podle zvolené roviny. Odsazení roviny se mění podle určitého kroku, který lze jednoduše modifikovat. Chceme-li přesunout rovinu řezu v řezu, po klepnutí pravým tlačítkem myši je možný výběr z místní nabídky příkaz *Virtuální pohyb*. [7]



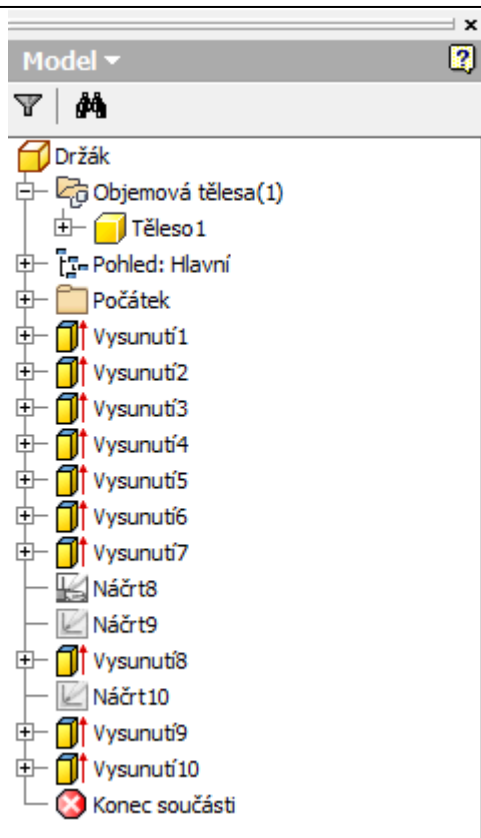
Obr 12: Dynamický řez

3.2.6 Rozšířené informace k prvku

Názvy prvků součástí v prohlížeči modelů lze rozšířit o informace o parametrech prvků. Podrobné informace o prvcích jsou k dispozici v *prostředích Součást, Plechová součást, Pohled na modelování sestavy* a *Výkres*. Obsah ani formát rozšířených řetězců zobrazovaných v prohlížeči nelze upravit.

K zobrazení podrobných informací o prvcích vyberte z nabídky *Filtry* v prohlížeči příkaz „Zobrazit rozšířené názvy“.

[7]



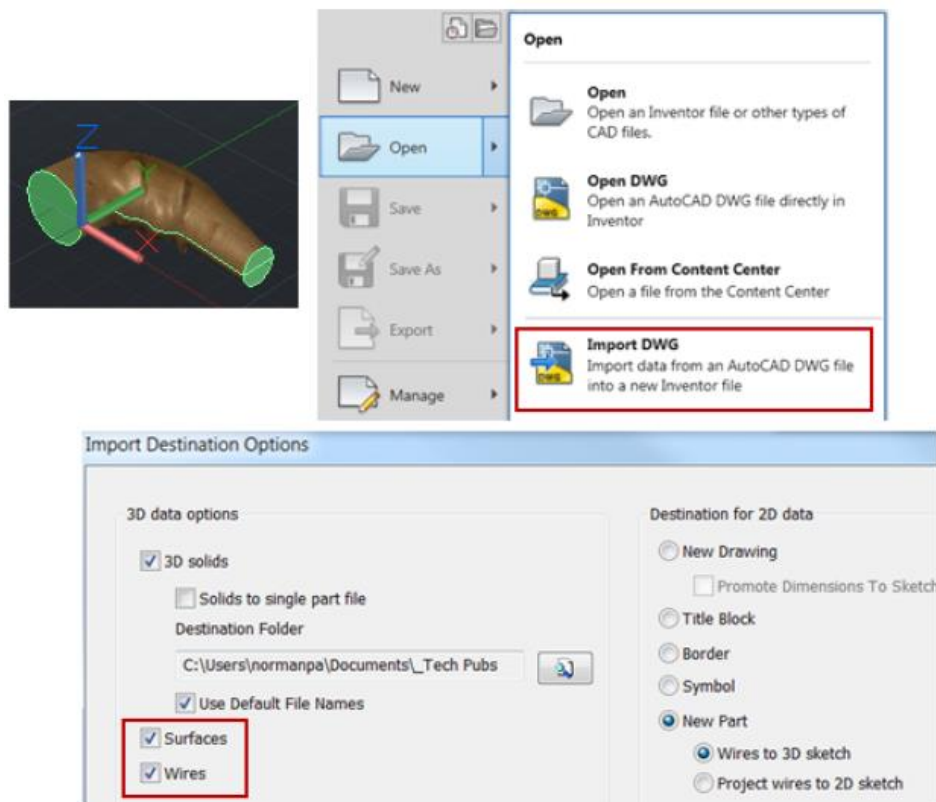
Obr 13: Prohlížeč modulů

3.3 Interoperabilita

Umožní rychle vytvářet výkresy komponentů v řešení Inventor a vytvářet k nim poznámky pomocí aplikace AutoCAD® Mechanical. Pokud se změní model, případně výkres v Inventoru, výkres se v aplikaci AutoCAD Mechanical automaticky aktualizuje.

3.3.1 AutoCAD Import

Inventor 2012 přináší několik nových voleb pro spolupráci s AutoCADem. Možnost importu DWG se nachází přímo v nabídce aplikace. Při načítání DWG souboru si můžeme zadat, zda chceme importovat plochy nebo jednotlivé dráty. [7]



Obr 14: Import Inventor 2012

3.3.2 Výměna dat

Aktualizovaný překladač nyní umí pracovat i s těmito formáty:

Catia	Parasolid	NX
• Import: R6 - R20	Import: up to version 23.0	Import: versions 3 - 7.5
• Export: R10 - R20	Export: versions 9.0 - 23.0	

[7]

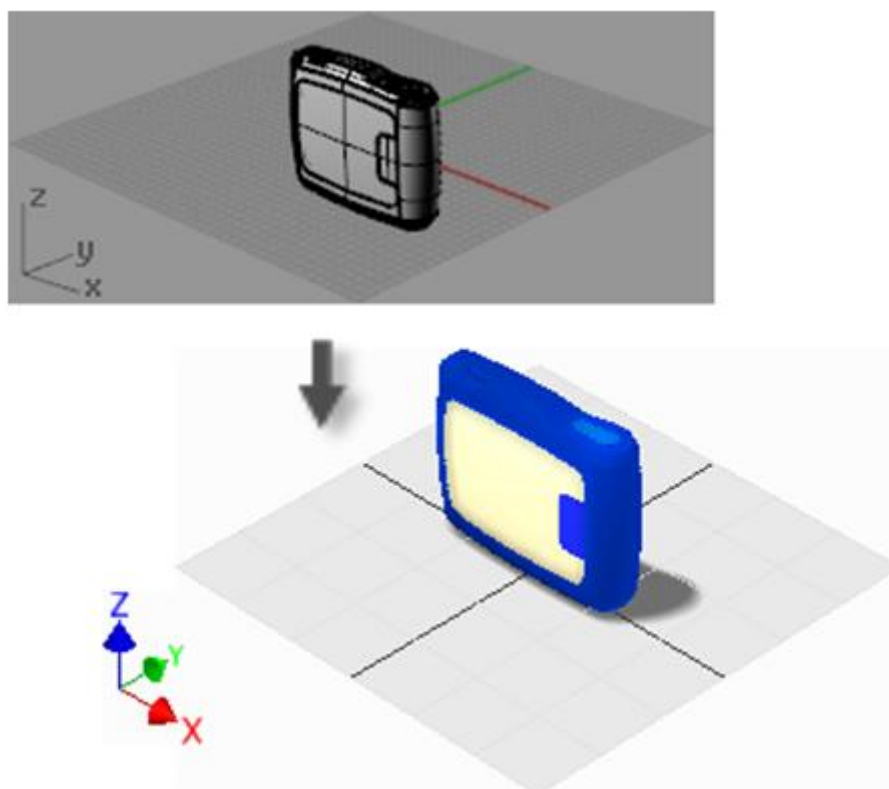
3.3.3 Soubory Rhino

Soubory Rhino lze importovat a používat v aplikaci Autodesk Inventor. Operace importu nezachovává asociativitu s původním souborem. Proto se změny provedené v původním souboru po jeho importu neprojeví v importované součásti. A naopak, změny provedené v importované součásti se neodrážejí v původním souboru. Po dokončení importu jde model měnit stejně, jako kdyby byl původně vytvořen v aplikaci Inventor.

Proces importu vytváří v aplikaci Inventor základní prvky, které ve zdrojovém souboru představují geometrii a topologii. Pomocí příkazů aplikace Inventor můžeme základní prvky upravit a přidat do stromu prvků aplikace Inventor nové prvky. Původní definice základních prvků nelze měnit.

Vytvoří se zpráva o převodu, která obsahuje informace o importovaných údajích, použitých možnostech importu a o součásti aplikace Inventor, která byla vytvořena.

[7]



Obr 15: Import Rhio souboru

4 MODELOVÁNÍ V INVENTORU SERIES 2012

Autodesk Inventor je parametrický, adaptivní 3D „modelář“ - softwarová CAD aplikace firmy Autodesk. V posledním desetiletí je Inventor světově nejprodávanější strojírenskou 3D CAD aplikací. Konkurenčními aplikacemi jsou např. *SolidWorks*, *Pro/ENGINEER*, *Catia* nebo *Solid Edge*.

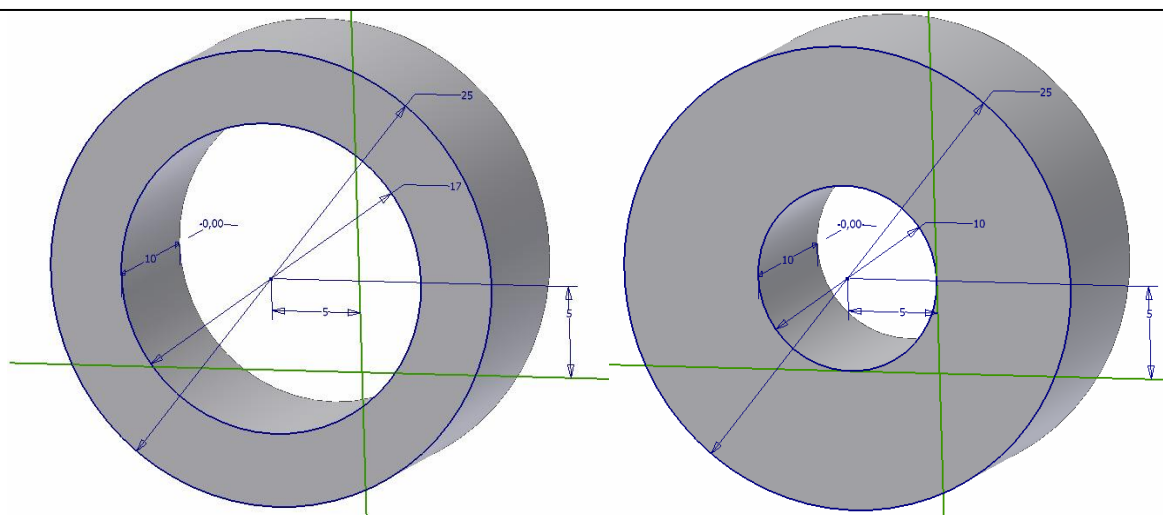
4.1 Parametrické modelování

Prostorové objemové modelování si velmi snadno našlo cestu do mnoha oblastí konstrukce, designu, architektury, nebo také filmového umění a v neposlední řadě i medicíny. Jedno z prvních významnějších uplatnění získalo parametrické modelování v oblasti letectví a kosmonautice. Při využití vizualizace dostane prostorový model skutečný vzhled přiřazením materiálů, popřípadě jej můžeme rozhybat pomocí animačních technik. V prostorovém modelování rozlišujeme dva stěžejní postupy pro vytvoření prostorových modelů – *klasické* a *parametrické*.

Prostorové objemové modelování – Využijeme specifických technik a postupů pro vytvoření 3D modelu, jedná se o starší metodu tvorby objektů. Vytvořený model nemá žádné zpětné vazby na 2D zobrazení a tvorba samotná vychází z plošného zobrazení.

Prostorové objemové modelování parametrické – Převratná technika modelování. Samotný návrh modelu vzniká tvorbou výrobku v prostoru s parametry popisujícími jejich geometrické charakteristiky, je tím přeskočeno zpracování 2D pohledů s kótami na výkrese. Všechny konstrukční prvky se skládají ze samostatných objektů, přičemž jsou svázány geometrickými vazbami. Tyto vazby omezují volnost při tvorbě náčrtu a udávají jeho geometrii, jako kolmost, soustředěnost apod. Rozměry jsou řízeny parametrickými kóty. Výkresová dokumentace je vygenerována až dodatečně. Překreslení výkresové 2D dokumentace je vyvoláno měnou modelu.

Prostorové objemové modelování adaptivní – Toto modelování se snaží výrazně zjednodušit tvorbu sestav při přímé vazbě na kinematiku a názornost počátečního řešení. Adaptivně vytvořený model sestavy nemá rozměry zadané konkrétními hodnotami, ale pomocí vazeb, proměnných, rovnic a výrazů. Po dosazení několika základních konkrétních hodnot dojde k výpočtu skutečných rozměrů. Počítači následně můžeme zadat příkaz k vytvoření detailů, pohledů a řezů. Kdykoliv se můžeme vrátit k původnímu modelu a provést jeho modifikaci. Veškeré změny se automaticky promítnou do vytvořených pohledů výkresové dokumentace. Nemusíme se tedy tolik zabývat otázkou výkresové dokumentace a konstruktér se tedy může více věnovat samostatné tvorbě virtuálních modelů. [9]



Obr 16: Ukázka prostorově adaptivního modelování

5 MOŽNOSTI ANIMACE S VYUŽITÍM INVENTOR SERIES 2012

Inventor nalézá uplatnění prakticky ve všech oborech od stavebnictví, strojírenství, elektrotechniky, automobilového průmyslu až po letectví, lékařství aj. Na světě každých 5 minut přejde nějaký uživatel k Inventoru, který se stal nejrozšířenější aplikací pro 3D modelování vůbec. Avšak 3D modelování není jedinou výhodou, hravě v něm zvládnete 2D modelování součástí, 2D modelování sestav, výkresovou dokumentaci odvezenou z vytvořené součásti. Animovanou prezentaci vytvořené sestavy. Dále obsahuje funkce pro pevnostní výpočty(MKP/FEM), potrubní systémy, kabelové svazky a dynamické simulace.

Aplikace Inventor Studio je prostředí pro rendering a animování v rámci součástí a sestav aplikace Autodesk Inventor. Toto prostředí má svoji vlastní sadu nástrojů a jedinečné uzly prohlížeče, určené zvláště pro rendrování a animace. [8]

5.1 Animace

Nabízí se možnosti:

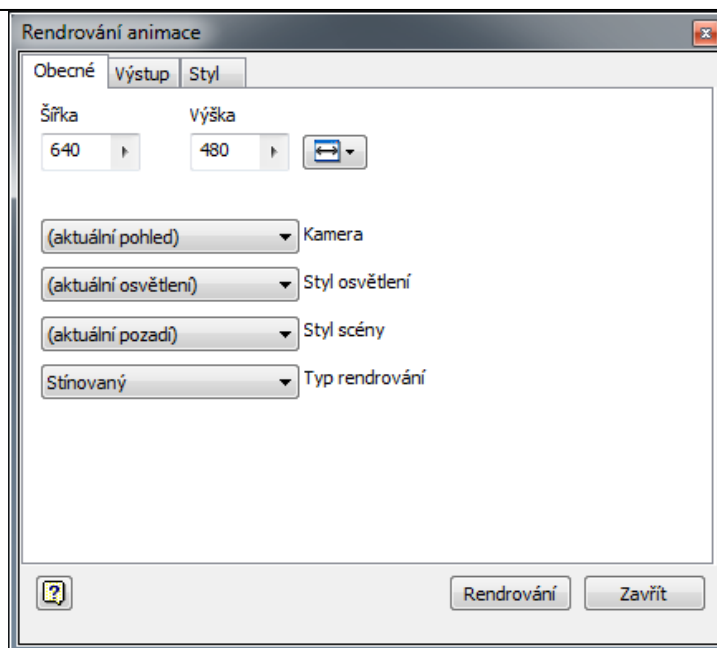
- nastavit aktivní animaci,
- animovat vazbu,
- animovat útlum komponenty,
- animovat změnu polohy kamery,
- přidat novou kameru z grafického okna,
- vybrat novou kameru v rozvíracím seznamu,
- změnit délku animace, aby odpovídala trvání existující události,
- rozbalit a sbalit časovou osu animace,
- skryt grafické objekty představující světla a kamery,
- animovat polohu komponenty bez vazeb.

[9]

5.2 Rendery

Přejdeme na pás karet > na kartu *Systémové prostředí*> panel *Začátek*>*Inventor Studio*.

Nabídne se karta *rendrování*, která bude aktivní, a příkazy studia se stanou přístupnými.



Obr 17:Rendrování animace

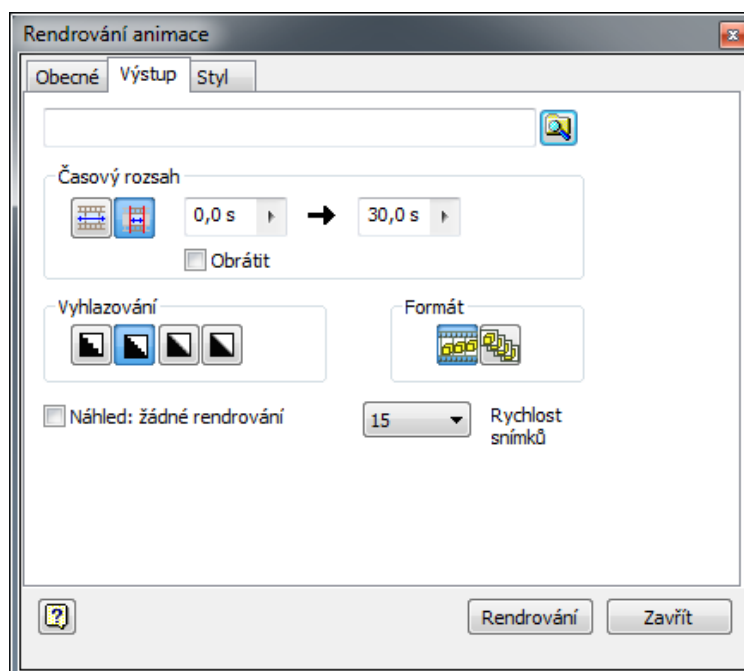
Záložka *Obecné* nabízí mnohé možnosti. První, čemu je třeba věnovat pozornost, je výběr *Šířka* a *Výška*, kterou volíme velikost výstupu.

Kamera -> volí se pohled kamery,

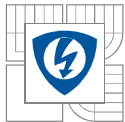
Styl osvětlení -> volí se druh osvětlení, např. studená barva, příjemná barva, exteriér, deska stolu, pracovní plocha, vysoký kontrast, atd.

Styl scény -> volíme základní rovina a odrazová rovina, různé orientace XY, XZ, YZ

Typ ilustrace -> stínovaný, ilustrace.



Obr 18:Rendrování animace 2



Karta Výstup -> nabízí se kolonka pro uložení vyrenderovaného výstupu

Časový rozsah -> výběr celé animace, nebo pouze její část. Při zvolení časového rozsahu volíme počátek a konec renderu.

Vyhlazování -> volba 4 vyhlazování. Bez vyhlazování, nižší úroveň vyhlazování, vysoká a nejlepší.

Formát -> určuje formát videa a formát sekvence obrázků.

Karta Styl, udává pouze možnost, zda povolit realistický odlesk geometrie modelu u lesklých pohledů či nikoli.

PRAKTICKÁ ČÁST

6 MODEL MAGNETICKÉHO STOJÁNKU

Modelování probíhalo podle zadaného reálného modelu, který je k nahlédnutí níže. Vytvořený model odpovídá skutečnému tělesu v poměru 1:1, je ovšem možná odchylka $\pm 1\text{mm}$ s ohledem na způsob měření. Modelování jednotlivých částí vždy vycházelo z 2D náčrtu a následným využitím implicitních funkcí Inventoru, kterými jsou *vysunutí*, *rotace*, *pole*, *rozdělení*, *díra*, *závit*, *zkosení*, *aj.* Konkrétní zvolený postup vypracování všech částí, včetně popisu tvorby animace bude v textu popsán. Jednotlivé části jsou vytvořeny v normě pro součást s příponou *.ipt* a následně složeny do normy pro sestavu *.aim*.

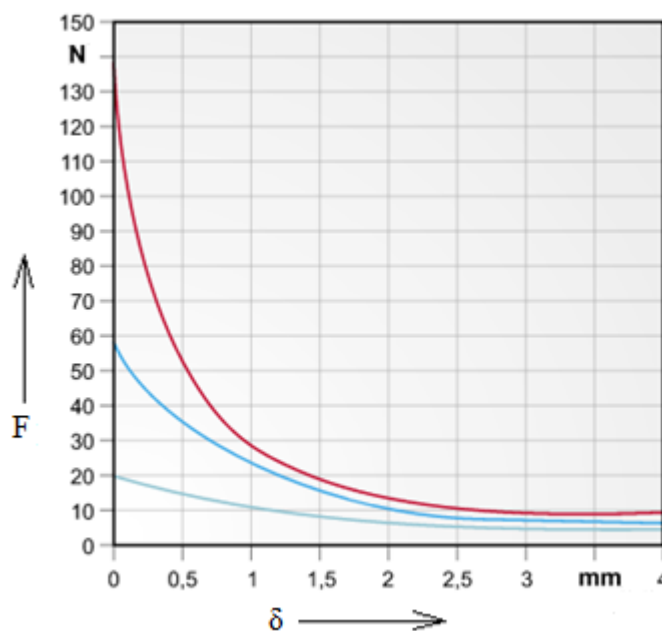


Obr 19: Magnetický stojánek

6.1 Stanovení velikosti přídržné síly permanentních magnetů.

Při stejném druhu feromagnetického materiálu a stejném objemu permanentního magnetu lze dosáhnout rozdílných upínacích sil vhodnou volbou způsobu magnetování nebo přiložením pólových nástavců na těleso permanentního magnetu.

Přídržná síla zmagnetovaného trvalého magnetu je závislá na použitém materiálu, jakož i na jeho objemu (plocha, výška). Z grafu lze zjistit velikost přídržné síly zmagnetovaného permanentního magnetu. Zjištěné hodnoty jsou střední hodnoty při nulové vzduchové mezeře (tzn. permanentní magnet se přímo dotýká železa) při svislém odtahu.



Obr 20: Graf závislosti $F_I=f(s)$ PM [8]

Legenda:

jako magnetický systém

Jednostranné magnetování

zmagnetováno

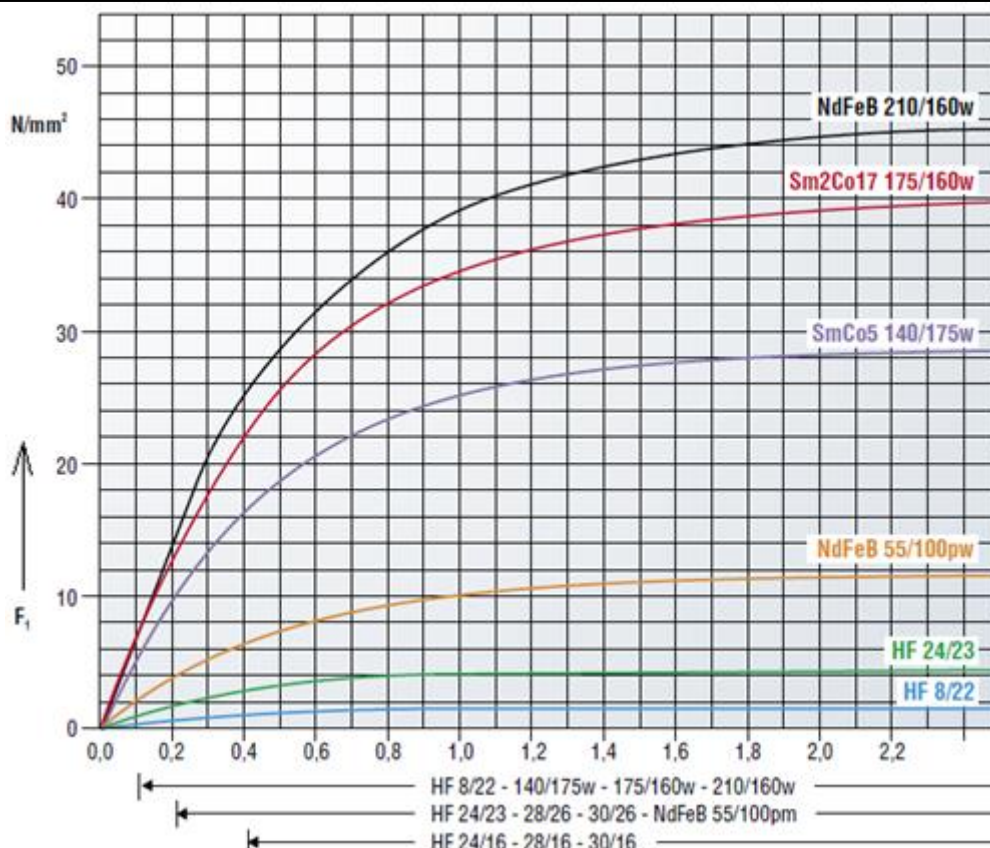
U kruhových, válcových nebo hranolových permanentních magnetů se určuje přídržná plocha v $10^{-2}/m$. Potom se stanoví poměr jejich výšky h a průměru D - u čtvercových, nebo přibližně čtvercových permanentních magnetů určíme odpovídající průměr D výpočtem ze vztahu:

$$D = \sqrt{\frac{\pi \cdot S}{4}} \quad (1.1)$$

kde - S je plocha magnetu $[mm^2]$

Je-li tato hodnota určena, volí se z křivky pro příslušný feromagnetický materiál. Vodorovně směrem vlevo se pak lze odečíst hodnotu měrné upínací síly F_I , kterou vynásobíme vypočtenou hodnotou přídržné plochy S a získáme hodnotu celkové přídržné síly permanentního magnetu F .

[8]



Obr 21: Diagram vlastností PM v závislosti na h/D [8]

6.2 Stanovení velikosti magnetické indukce

Při stanovení hodnoty magnetické indukce (hustoty magnetického toku) permanentních magnetů rozdílných rozměrů a zhotovených z odlišných materiálů, má značný význam poměr výšky h a průměru D daného trvalého magnetu. Tomuto poměru odpovídá pracovní bod, tzn. bod na demagnetizační křivce, který představuje magnetickou indukci (hustotu magnetického toku) B a intenzitu (sílu) magnetického pole H v pracovním režimu trvalého magnetu. Obecně platí, že čím delší je permanentní magnet ve směru magnetizace, tím více se pracovní bod přibližuje hodnotě remanentní magnetické indukce B_r [10]. Při použití uzavřeného magnetického obvodu prakticky splývá pracovní bod permanentního magnetu s hodnotou remanentní magnetické indukce B_r . Empiricky zjištěné poměry $h : D$ bývají uváděny v příslušných demagnetizačních křivkách feromagnetických materiálů.

Na hodnotu magnetické indukce (hustoty magnetického toku) má zásadní vliv také poměr mezi velikostí vzduchové mezery s (tj. vzdáleností od povrchu magnetu) a průměrem permanentního magnetu D , vyjádřený tzv. geometrickým faktorem f :

$$f = s / D \quad [-, \text{m}, \text{m}] \quad (1.2)$$

kde: s - je velikost pracovní vzduchové mezery

D - je průměr permanentního magnetu

S pomocí těchto základních parametrů a diagramů, vyjadřujících vzájemné vztahy mezi nimi, lze přibližně řešit jednoduché úlohy. [8]

Tab. 1. Vlastnosti permanentních magnetů

Veličina	jednotka	ferit	AlNiCo	RCo ₅	R ₂ Co ₁₁	Rfe	FeCoCr	Pozn.
H _s	KA·m ⁻¹	800-1700	400-750	1600-3000	3500-4000	2000-2800	200-250	1
μ _{rev}	-	1,05-1,1	41062	1,02-1,1	1,01-1,10	1,04-1,10	40970	
α(B _r)	%·K ⁻¹	-0,18 až -0,20	-0,02	-0,03 až -0,05	-0,03 až -0,04	-0,085 až -0,12	-0,02 až -0,03	
α(H _{cJ})	%·K ⁻¹	0,03 až 0,5	0,03 až -0,07	-0,2 až -0,3	-0,2	-0,6 až 0,9	-	
T _c	°C	450	820-870	710-730	800-850	310-320	640	
t _{max}	°C	250-350	450-550	200-250	300-350	80-180	500	2
Λ	Wm ⁻¹ K ⁻¹	4-10	10-100	10-13	10-12	9	-	
C	Jkg ⁻¹ K ⁻¹	500-800	350-500	340-380	340-380	420-440	-	
λ _∥	K ⁻¹	10·10 ⁻⁶	(11-14)·10 ⁻⁶	(4-7)·10 ⁻⁶	(6-8)·10 ⁻⁶	(3-6)·10 ⁻⁶	10·10 ⁻⁶	
λ _⊥	K ⁻¹	(8-10)·10 ⁻⁶	-	(11-13)·10 ⁻⁶	(11-13)·10 ⁻⁷	(3-5)·10 ⁻⁶	-	3
P	Ωm	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁶	(4-7)·10 ⁻⁷	(5-7)·10 ⁻⁷	(5-7)·10 ⁻⁸	(1,4-1,6)·10 ⁻⁸	(7-7,5)·10 ⁻⁷	
γ	gcm ⁻³	4,6-5,1	7,1-7,3	8,1-8,4	8,2-8,4	7,2-7,6	7,6-8	
σ _σ	MPa	20-50	220-600	90-190	120-150	240-270	-	
σ _t	MPa	300-700	300-400	300-1000	300-800	750-1000	-	
σ _t	MPa	20-50	80-300	40-50	35	75-80	1100-1600	4
E	MPa	120-180	100-200	110-190	120-200	140-160	-	
HR _c	-	40-50	50-60	50-60	-	60	-	

H_s intenzita magnetického pole po zmagnetování

μ_{rev} permanentní permeabilita

α(B_r) teplotní součinitel remanence

α(H_{cJ}) teplotní součinitel koercivity H

T_c Curieho teplota

t_{max} maximální teplota pro trvalé použití

λ tepelná vodivost

c měrné teplo

λ_∥ teplotní součinitel délkové roztažnosti (podélný směr)

λ_⊥ teplotní součinitel délkové roztažnosti (příčný směr)

ρ rezistivita

γ hustota

σ_σ mez pevnosti v ohybu

σ_t mez pevnosti v tahu

E modul pružnosti v tahu

HR_c tvrdost podle Rockwella

HV tvrdost podle Vickerse

[10]

6.3 Zjednodušený výpočet přítlačné síly magnetického stojánu

V níže uvedeném zjednodušeném výpočtu se zabýváme stanovením hodnoty přídržné síly permanentního magnetu. Nejprve byla určena plocha magnetu z programu Autodesk Inventor



professional 2012. Dále byl změřen průměr permanentního magnetu. Následně jeho empirický poměr. V závěru je vypočtena demonstující síla permanentního magnetu.

Plocha permanentního magnetu:

$$S = 61,324 \text{ cm}^2$$

Průměr permanentního magnetu:

$$D = \sqrt{\frac{S \cdot \pi}{4}} = \sqrt{\frac{61,324 \cdot \pi}{4}} = 1,73 \text{ cm} \quad (1.3)$$

Empiricky zjištěný poměr h / D :

$$\frac{h}{D} = \frac{35}{17,3} = 2,02 \quad (1.3)$$

Kde... h - je výška permanentního magnetu

Z diagramu (Obr 22) vyplývá pro poměr $h : D = 2,023$ hodnota měrné upínací síly $F_1 = 4,1 \text{ N/cm}^2$ pro Ferit HF 24/23.

Celková upínací síla magnetu:

$$F = F_1 \cdot S = 4,1 \cdot 61,324 = 251,4 \text{ N} \quad (1.4)$$

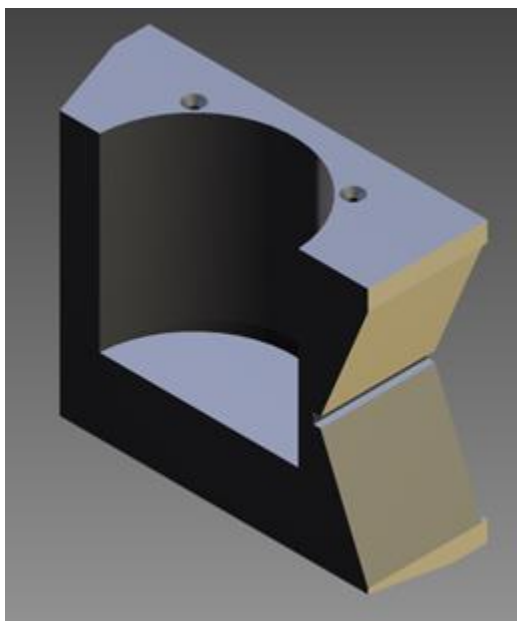
[8]

Velikost udávaná výrobcem upínky je $F=296,0 \text{ N}$

6.4 Modelování magnetického stojánu

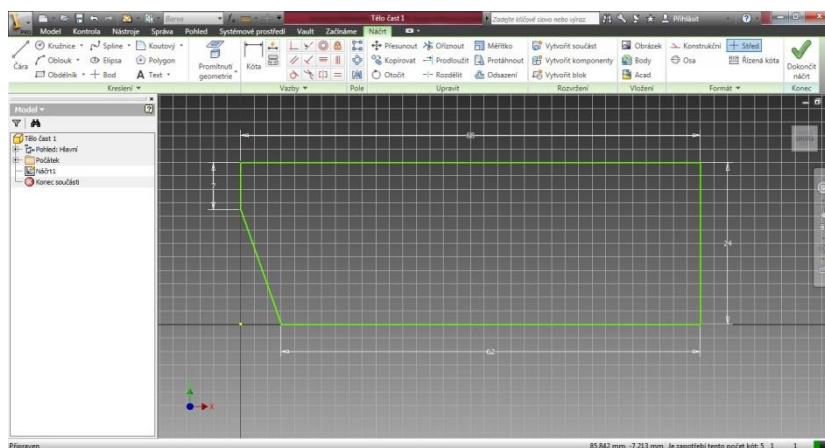
Tato kapitola bude věnována detailnímu popisu modelování jednotlivých částí stojánu, v nichž budou názorně interpretovány funkce a postupy při samotném modelování 3D těles v prostředí Inventor 2012. Jelikož postup při zhotovování jednotlivých částí je téměř ve všech krocích shodný, je tudíž zbytečné popisovat všechny součásti, bude se postup prezentovat pouze pro dva díly. První ukázka bude zaměřena na tvorbu těla stojánu, konkrétně pro 1. část. Skládá se ze 3 částí, k sobě vzájemně slisovaných. Členitost jeho povrchu poskytuje dostatečný prostor, pro ukázku funkcí, 2D náčrt, zkosení, vysunutí, apod. Druhá ukázka bude zaměřena na konstrukci držáku.

6.4.1 Tělo stojánu



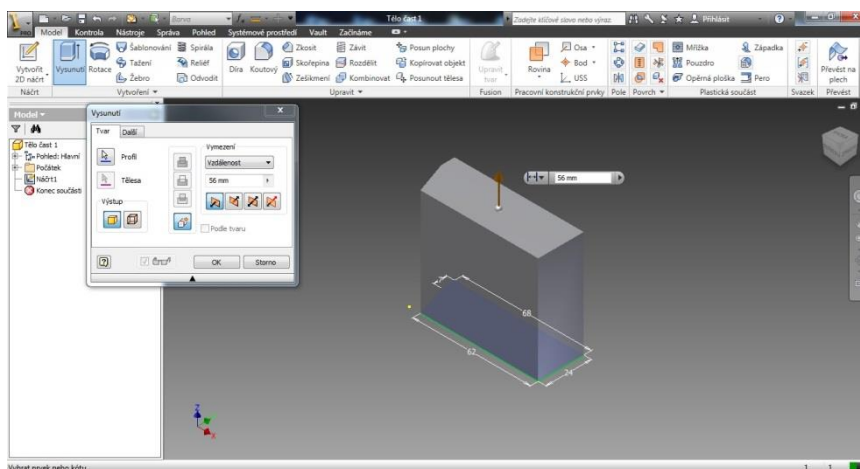
Obr 22: Tělo upínky

Tělo se prakticky skládá z 3 slisovaných částí. V textu a přiložených souborech pojmenované jako „Tělo část 1“, „Tělo část 2“ a „mezikruží“. Mezikruží je z nemagnetického materiálu jinak by stojánek neplnil funkci v požadovaných polohách. Zbylé části jsou z magnetických materiálů.



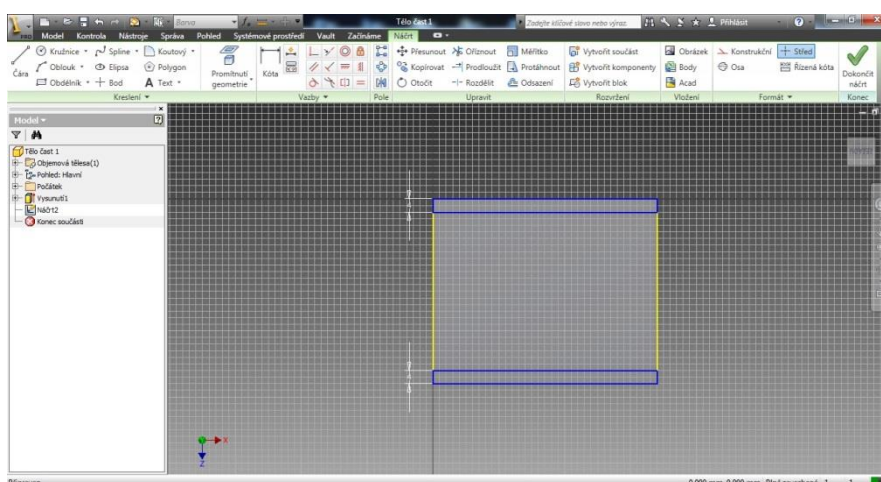
Obr 23: Tělo část 1- náčrt

Po změření nezbytných hodnot potřebných k vytvoření modelu vytvoříme normu pro součást *.ipt*, kterou pojmenujeme „Tělo část 1“. Přejdeme do prostředí 2D náčrtu, kde provedeme samotný náčrt půdorysného tvaru o rozměrech 7x68x24x62 (v mm), ukončíme prostředí náčrtu.



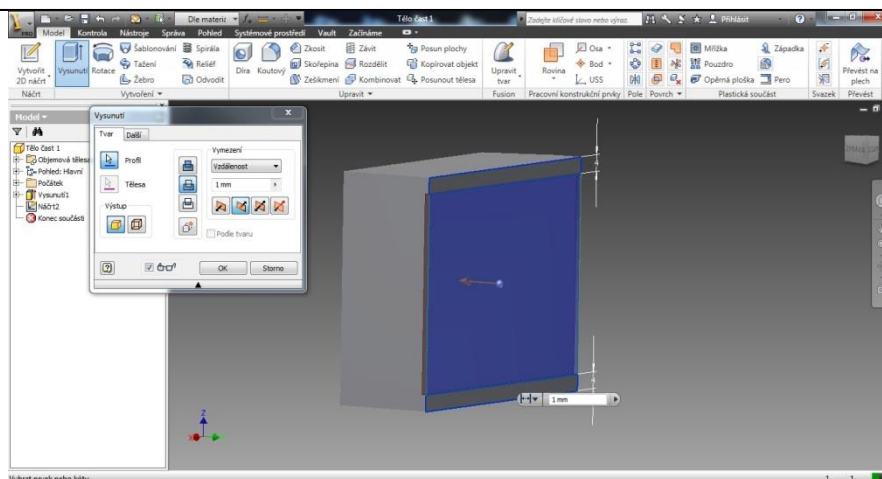
Obr 24: Vysunutí Těla část 1

Dalším krokem provedeme vysunutí vytvořeného 2D náčrtu do 3D modelu o požadovanou hodnotu v tomto případě 56mm. Příkaz vysunutí najdeme na kartě *Model->vytvoření->vysunutí*.



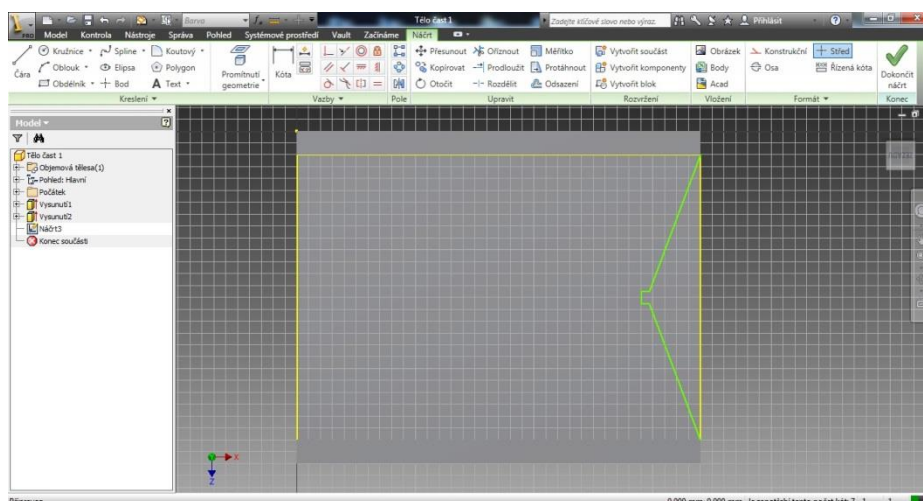
Obr 25: Úprava tvaru Těla část 1

Provedeme další úpravy k dosažení přesného tvaru, jako zadaný model. Vybereme požadovanou rovinu, na které přejdeme do 2D náčrtu a provedeme úpravy pomocí příkazu *Čárová záložce Kreslení*.



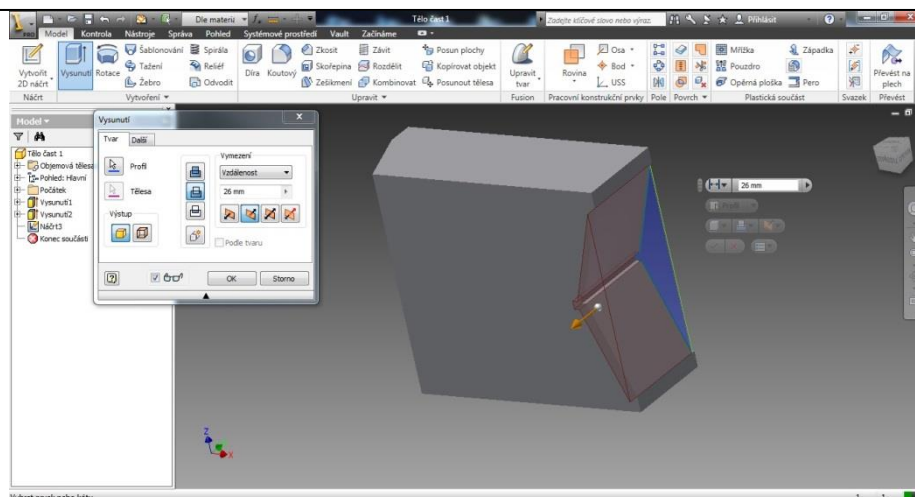
Obr 26: Odečtení plochy

Ukončíme náčrt a s pomocí *Vysunutí* odečteme vzniklou plochu od ostatních o 1mm. Můžeme jej provést pomocí změny směru v záložce *Vysunutí* nebo přímo ikonkou odečíst v téže záložce.



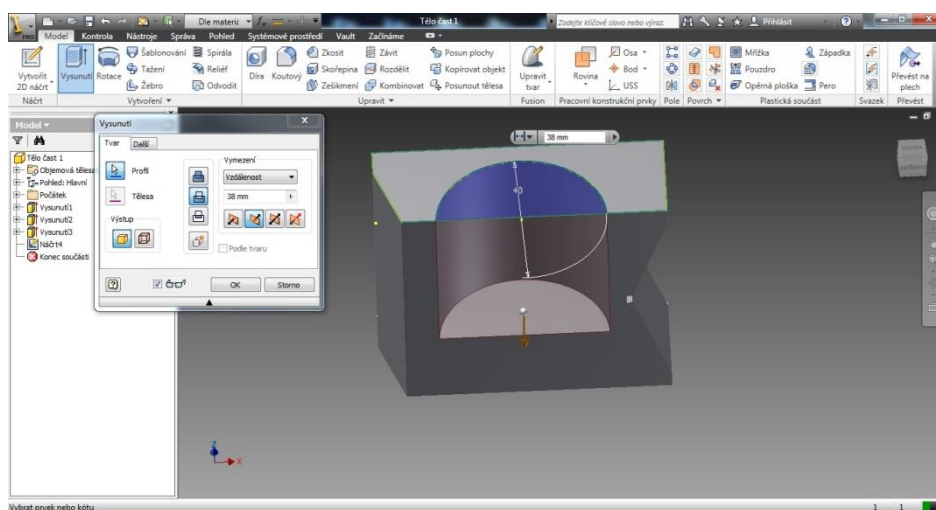
Obr 27: Načrtnutí zkosení stěny 1

Pokračujeme ve vytváření tvaru těla. Další na řadě je vytvoření „zkosení“ stěny, důležité pro správnou funkčnost vzorku. Provedeme způsobem *2D náčrtu*, *vysunutí*. Ilustrované na dalším obrázku.



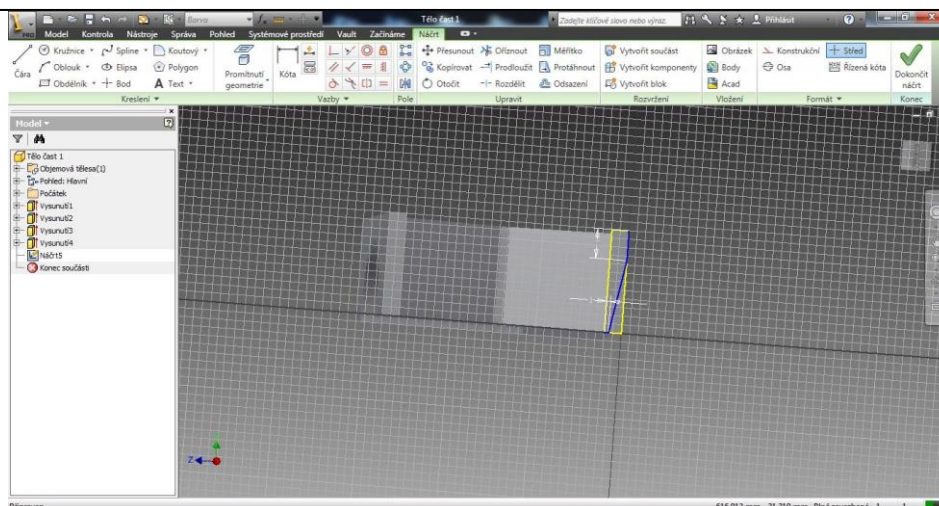
Obr 28: Odečtení zkosení stěny 1

Následuje vytvoření úložiště pro permanentní magnet umístěný vně těla stojánku

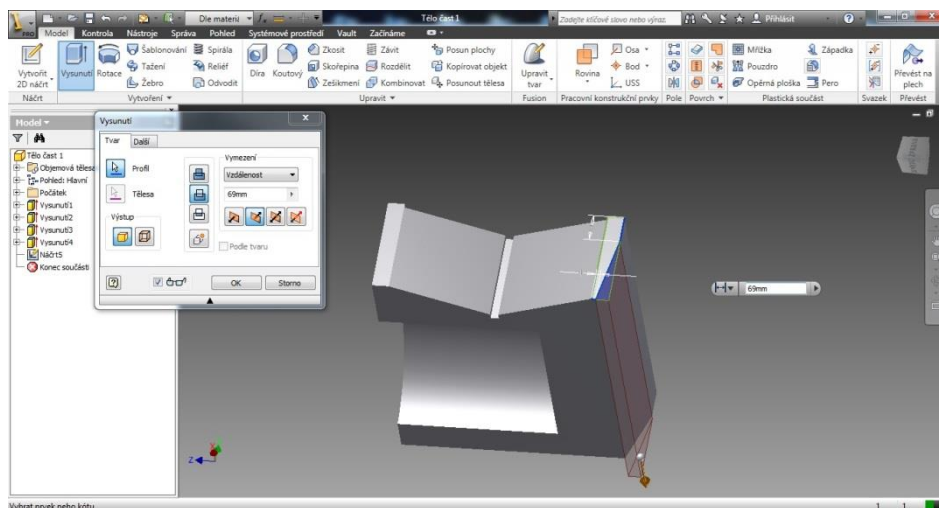


Obr 29: Vytvoření úložiště magnetu

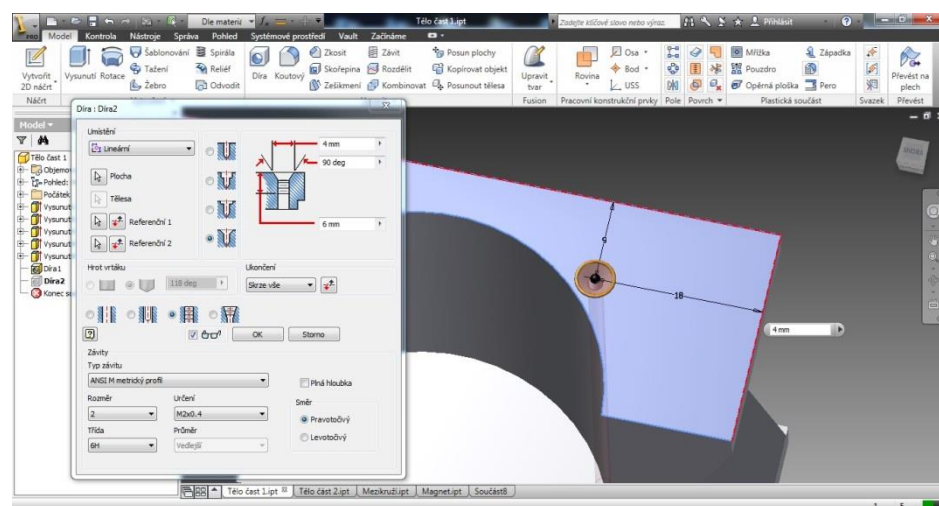
V tomto bodě poprvé využijeme funkci *Kružnice*, jejíž střed umístíme na požadovaný bod a provedeme příkaz o velikost průměr 40 mm. Uskutečníme odečtení takto vytvořené kružnice o žádanou velikost 38mm. Nyní chybí pouze poslední úprava tvaru těla a vzhled bude odpovídat skutečnosti, postup stejný jako doposud. Následně přidáme otvory pro šrouby a tělo získá realistický vzhled.



Obr 30: Znáznornění zkosení stěny 2



Obr 31: Odečtení zkosení stěny 2



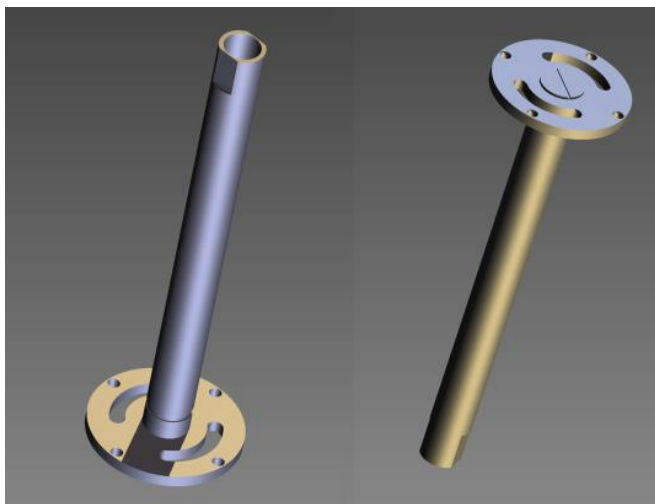
Obr 32: Vytvoření díry se závitem

Příkaz se nachází na kartě *Model->upravit-> Díra*. Jako typ umístění vybereme *lineární* a volbu polohy určíme zadáním přesných hodnot od okrajů těla. Provede se tak, že klikneme na střed díry (černé kolečko) po kliknutí změní barvu a proto tak víme, že jsme volili správně. Nyní můžeme dírou libovolně pohybovat po vybrané ploše. My jej ukotvíme k hranicím plochy.

Posuneme díru k pravé hranici, v dialogovém okně přepíšeme vzniklou hodnotu vzdálenosti na 18mm, klikneme na Tabulátor, tím se nám přepsaná hranice uzavře. Opakujeme pro horní hranici, s tím rozdílem, že vzdálenost bude 9 mm, opět využijeme uzavření pomocí tabulátoru. Tímto jsme si definovali polohu díry pomocí přesně zadaných hodnot. Přejdeme k definici díry. Požadujeme *díru se závitem*, zvolíme, dále vybereme *pravotočivý závit*. Vrchní část díry vyžadujeme se zkosenou hlavičkou, tak jej zvolíme a vybereme požadované parametry. Zkosení 90°deg, horní hrana zkosení 4 mm, délka závitu 6mm. Jako typ závitu vybereme ANSI M metrický profil, třída 6H, a rozměr 2, Určení M2x0,4. Jelikož se na každé části těla nachází dvě díry, umístěné ve stejné vzdálenosti, můžeme použít opět funkce *rotace*, nebo celý postup vytvoření díry zopakovat pro všechny díry. Jednodušším a rychlejším způsobem je rozhodně funkce *rotace*. Lze použít i funkce *zrcadlení* pro část 1 a 2 zvlášť.

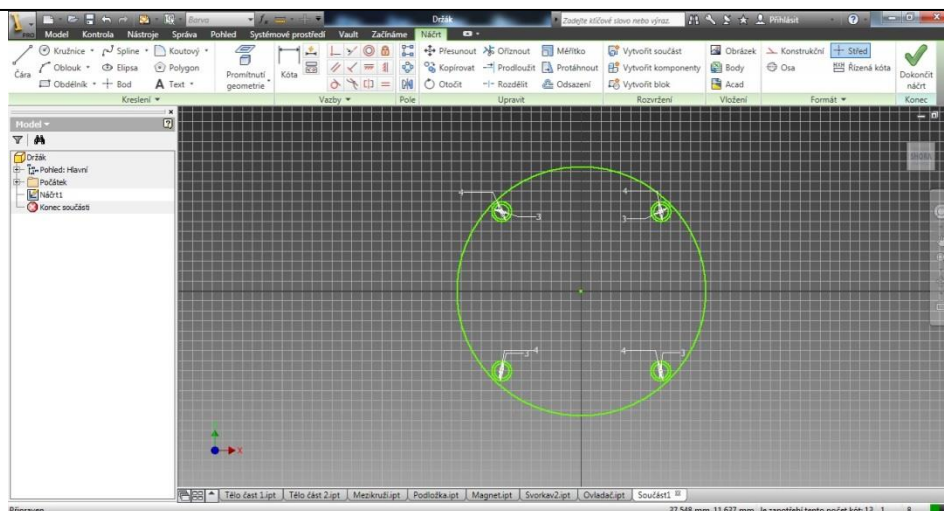
Poslední krok je volba materiálu. Proveďte se pravým kliknutím ve stromě událostí na levé straně a příkazem *Vlastnosti->volba materiálu*. Zvolíme materiál v našem případě *ocel* a uložíme. První část těla je zhotovena a připravena, uložíme jako *.ipt* soubor a pokračujeme v dalších částech. Jelikož Tělo část 2 je totožná s částí 1, jen osově zrcadlená nebudeme její vytvoření popisovat. Při její tvorbě je postup stejný. Lze však využít i funkce *Zrcadlení* přes osu první vyhotovené části.

6.4.2 Držák



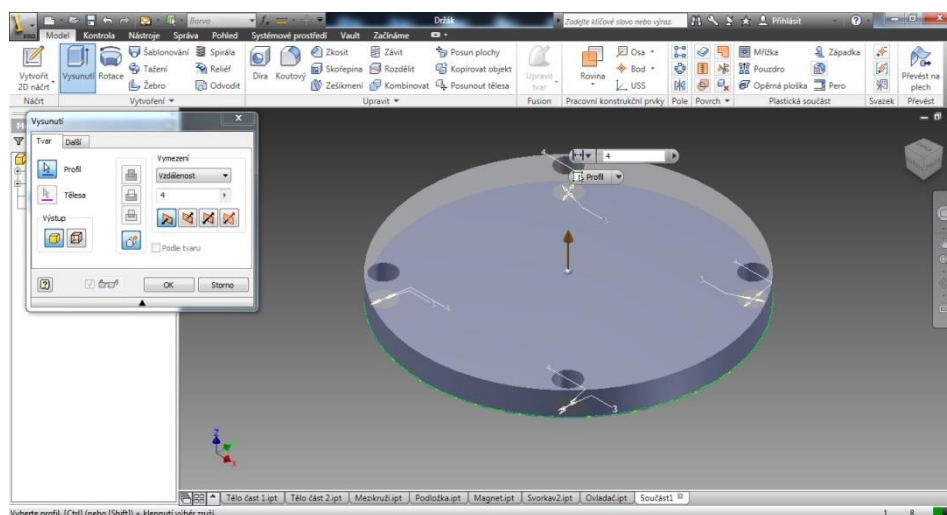
Obr 33: Držák stojánku

Slouží k připnutí předmětů. Pomocí 4 šroubů je přichycen do těla stojanu. Na něm je nasazen ovladač, který je zajištěn závlačkou proti nechtěnému rozložení. Celková délka i s podstavou čítá 19,5mm. V bodech je uveden postup modelování s krátkým popisem.

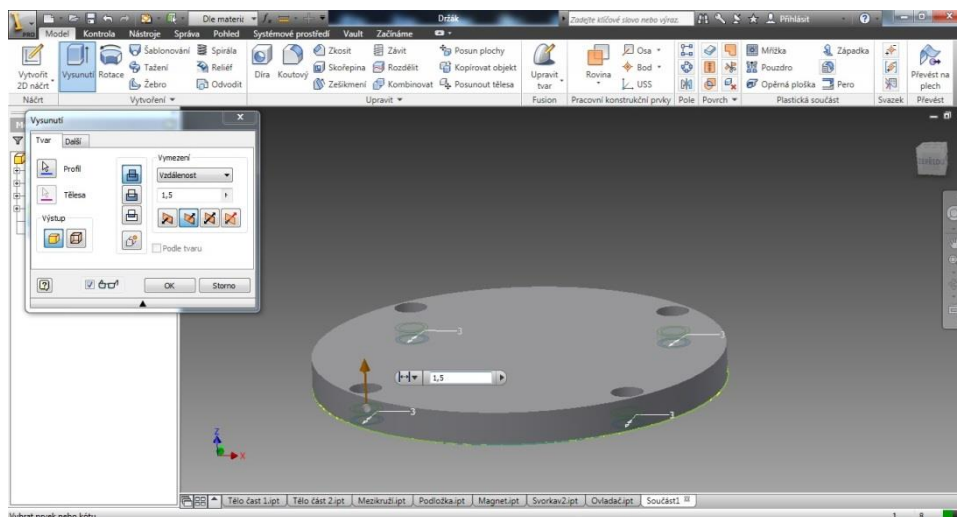


Obr 34: Základní tvar držáku 1 podstavy

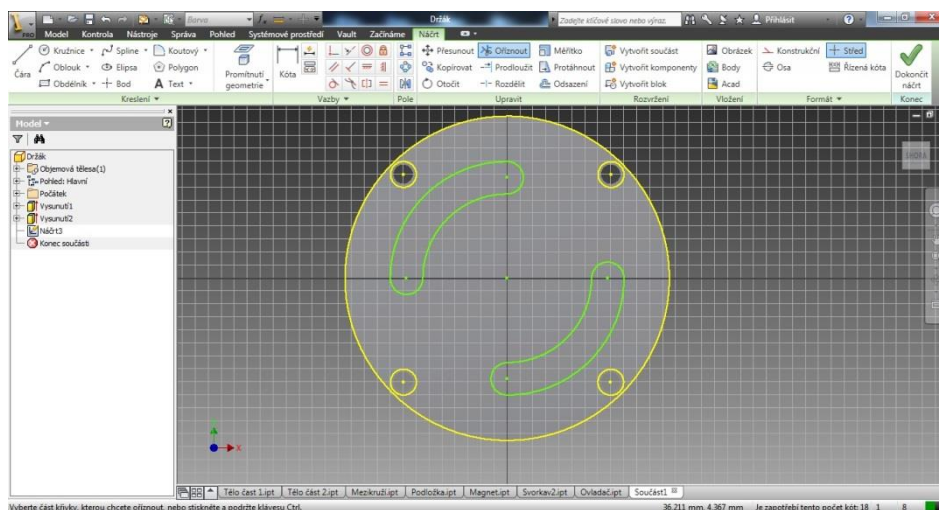
Základní tvar držáku s vytvořenými 4 otvory pro šrouby. Otvory mají tzv. “plošku“ na zachycení šroubu, aby nepropadly skrz. V tomto případě by šrouby neplnily žádnou funkci a celý systém by neměl soudržnost a rozpadal by se.



Obr 35: Základní tvar držáku 2 podstavy

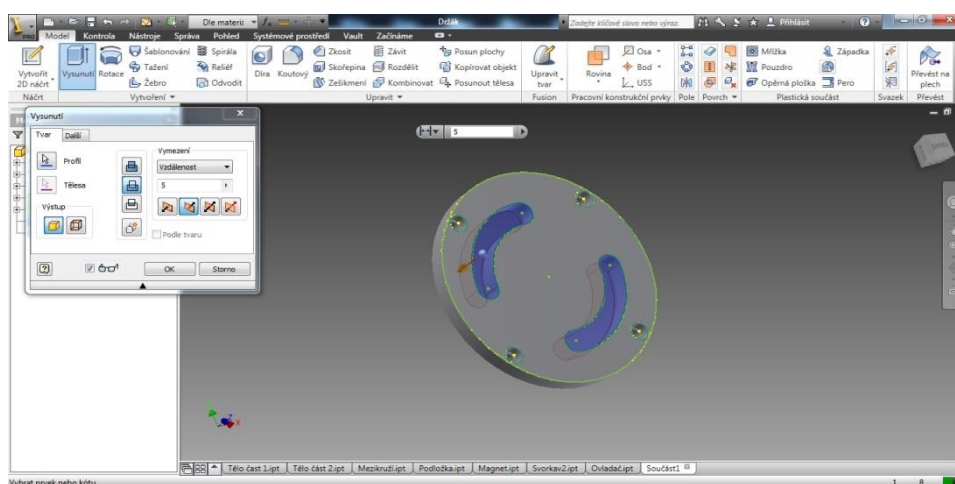


Obr 36: Dotvarování otvoru pro šrouby na podstavě

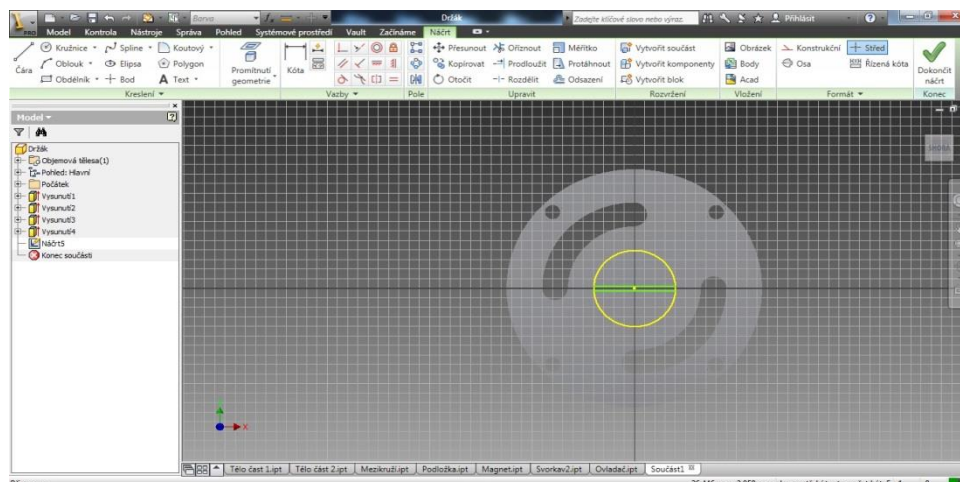


Obr 37: Vytvarování řídicích drážek na podstavě

Drážky slouží k přesně definovanému směru otáčení permanentního magnetu a tedy zapínání a vypínání celého ústrojí. Nachází se ve 2. a 4. kvadrantu viz obr. výše na spodním je ukázka vysunutí.

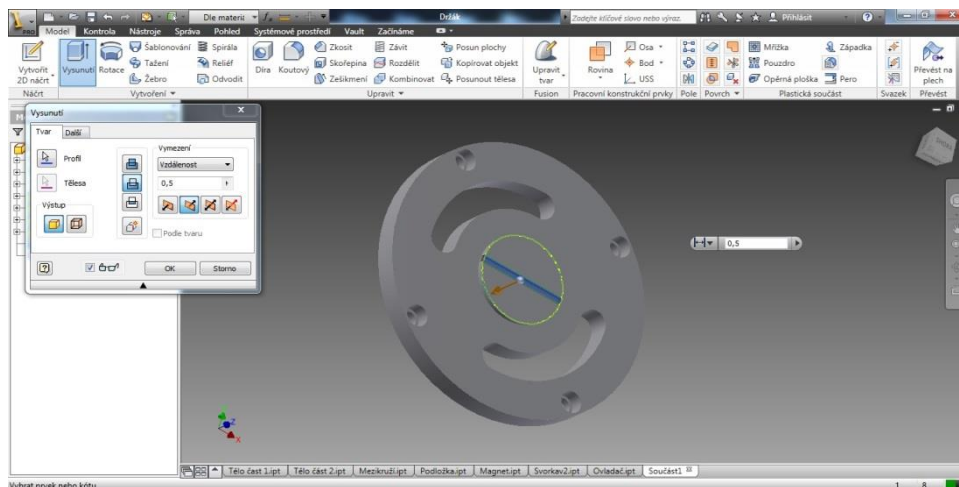


Obr 38: Vysunutí řídicích drážek na podstavě

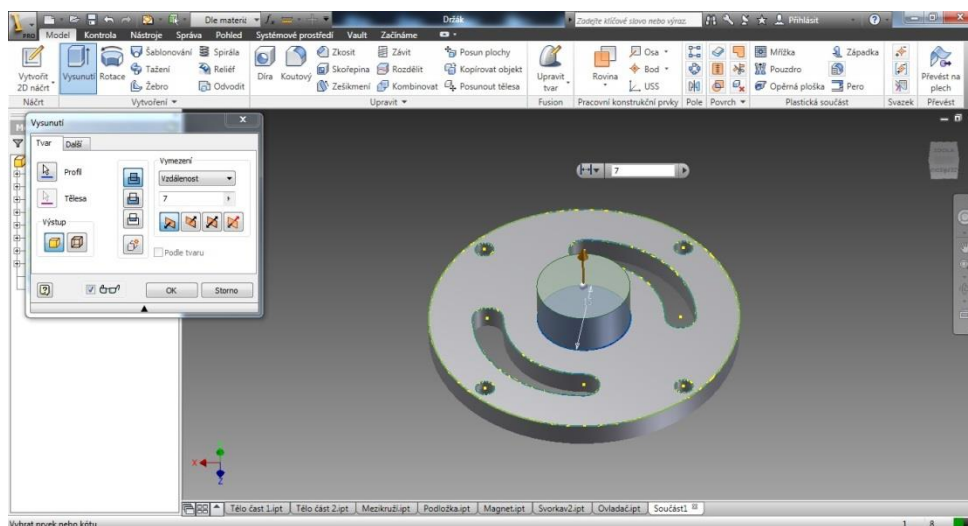


Obr 39: Hřídelka spodní část

Vytvarování hřídelky na spodní straně podstavy. Která má velikost takovou, aby její koncová část přiléhala na permanentní magnet s drážkou ve svém středu.

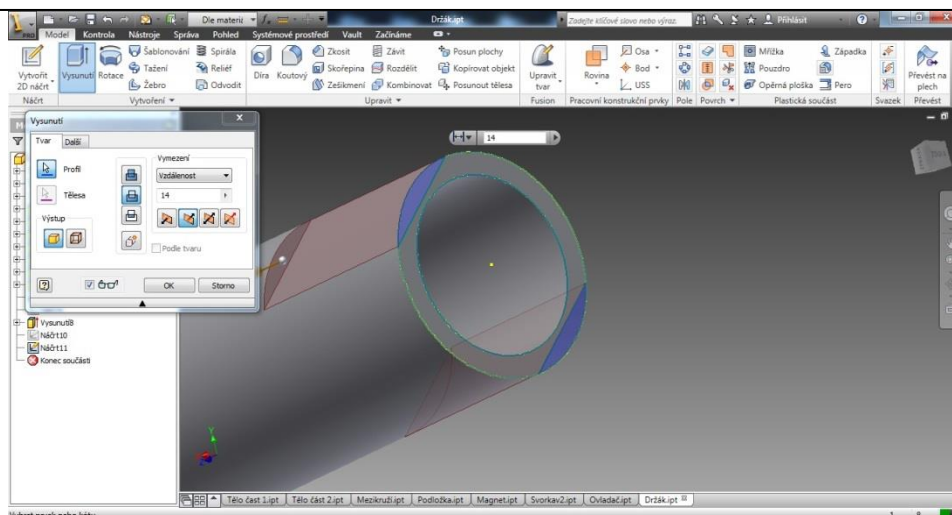


Obr 40: Hřídelka spodní část vysunutí



Obr 41: Hřídelka vrchní část vysunutí

Jelikož na vrchní straně hřídelky je ve vzdálenosti 7mm od podstavy vytvořena drážka na závlačku, zvolili jsme takovýto postup jejího vytvoření. Vysunuli jsme válec o požadovaném průměru 15mm. Na něm vysuneme druhý válec o menším průměru 13mm a výšce 2 mm a by do vzniklého útvaru zapadla závlačka. Na vrchním válci následně vytvoříme stejný válec, jako ten jež začínal na podstavě a sice průměr 15mm a vysuneme ho o 14,4mm.



Obr 42: Zkosení hřídelky

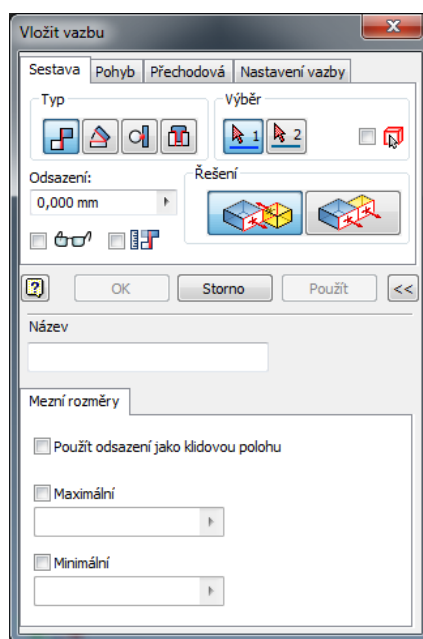
Poslední úkon na této součásti je upravení koncové části hřídelky. Provede se opět z náčrtu ze změřených hodnot, a následně vysunutí. Součást je následně připravena k zavazbení a tvorbě vizualizace.

7 TVORBA ANIMACE

Prostředí Inventor nabízí celkem 3 možnosti jak prezentovat existující výrobek. Podrobně jej popíši v podkapitolách. Výhody, popřípadě nedostatky budou popsány a následně interpretovány na výstupních videích, které budou součástí práce a doloženy na DVD v příloze.

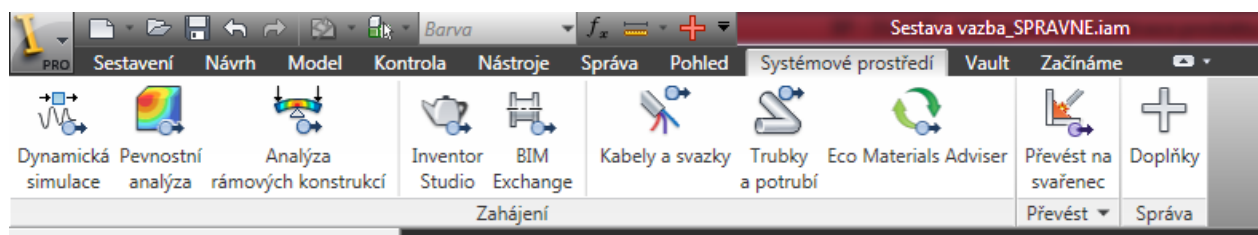
Na počátku se vytvoří nový soubor pro součást *.aim*, do něho naimportujeme postupně všechny námi vytvořené součásti s příponou *.ipt*. Součást, jež bude vložena jako první bude mít pevně zakotvenou pozici. Proto musíme dát pozor při výběru první importované součásti. Pokud bychom například vložili jako první část ovladač, nebo magnet, obě části jsou pohyblivé. Nemohli bychom s ním následně otáčet, tak jak je ukázáno ve vizualizaci. Vložíme tedy tělo část 1.

K zavazbení součástí se využívá příkaz *Vložit vazbu*. Zvolíme typ, řešení a odsazení a postupně složíme celou sestavu do výsledné podoby. Abychom mohli správně vytvořit vizualizace je třeba vazby vypnout. To ovšem v některých případech nestačí a je třeba vazby úplně odstranit. Odstraněním vazeb zůstanou všechny součásti zavazbeny, proto nemusíme mít obavy, že nadefinované polohy přestanou být směrodatné.



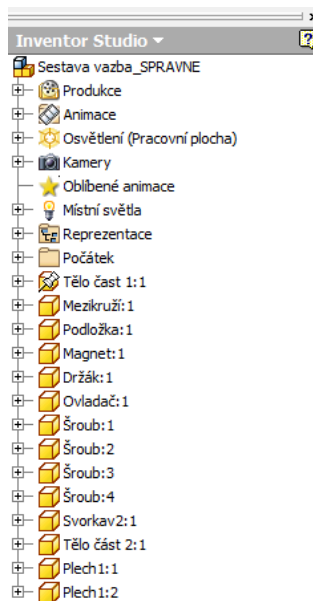
Obr 43: Vložit vazbu

Po zavazbení všech součástí dle našich potřeb, přejdeme do *systémového prostředí* na prostředí *Inventor studio* v horní liště.



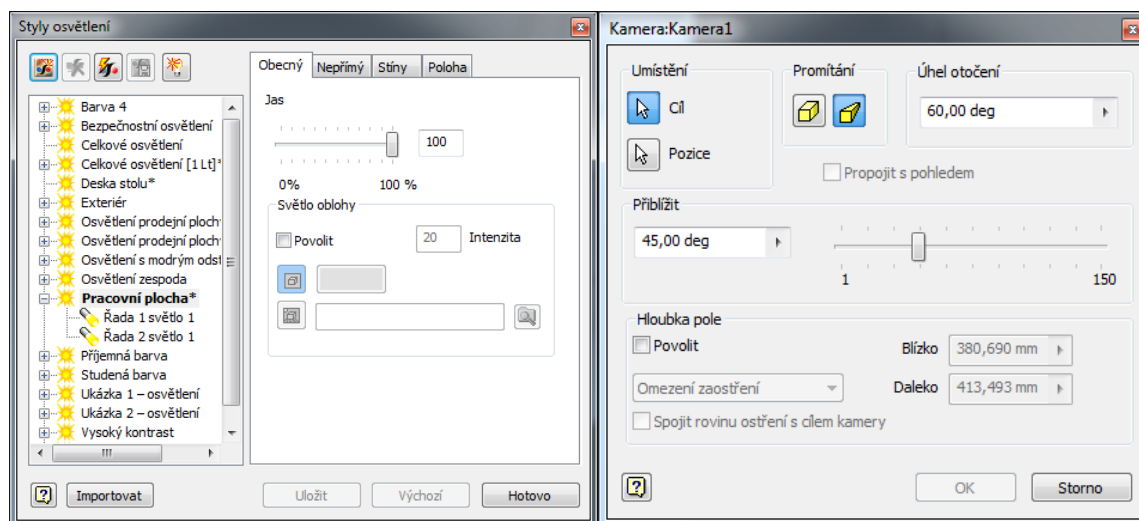
Obr 44: Systémové prostředí

V levé části obrazovky lze přehledně vidět veškeré importované součásti. U kterých lze nastavit viditelnost, tzn., že můžeme daný prvek vypnout/zapnout.



Obr 45: Systémové prostředí

Osvětlení, v němž se volí příslušné druhy osvětlení. Na výběr se nabízí celá řada základních osvětlovacích prostor, např. Pracovní plocha. Tato možnost byla vybrána v ukázce animace. Inventor připouští i nadefinování vlastního osvětlení obr. 43, včetně přidáním místních svítidel. S jejichž pomocí lze odstranit dopad stínů na součást, popřípadě osvětlit dle požadavků. Světlo lze i animovat, proto není problém nechat světlo například i rotovat kolem součásti.

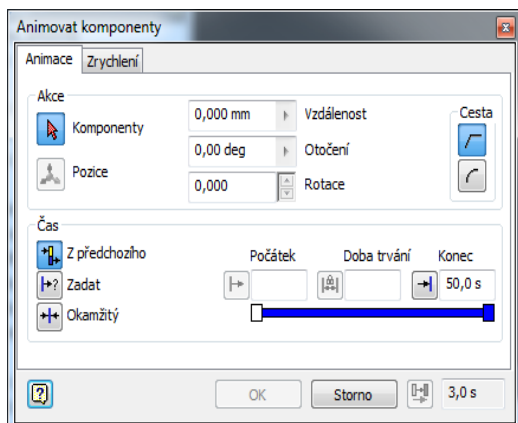


Obr 46: Styls osvětlení

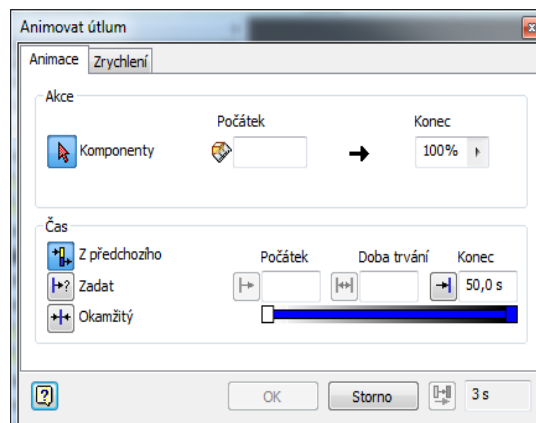
Obr 47: Přidání kamery

Obr. 44 ukazuje definici kamer. Zvolí se cíl kamery, dynamicky či manuálně pozice kamery. Nabízí se i možnosti natočení kamery, hloubka pole a funkce Propojit s pohledem. Která se vhodně využije v případě, kdy selže zadání pozice kamery. Využije se tak, že se zvolí cíl kamery

a následně přes funkci pohled nastavíme pohled na cílenou pozici a propojíme jej s pohledem, přes funkci „propojit s pohledem“. Kamera se tímto způsobem nastaví na současný pohled.



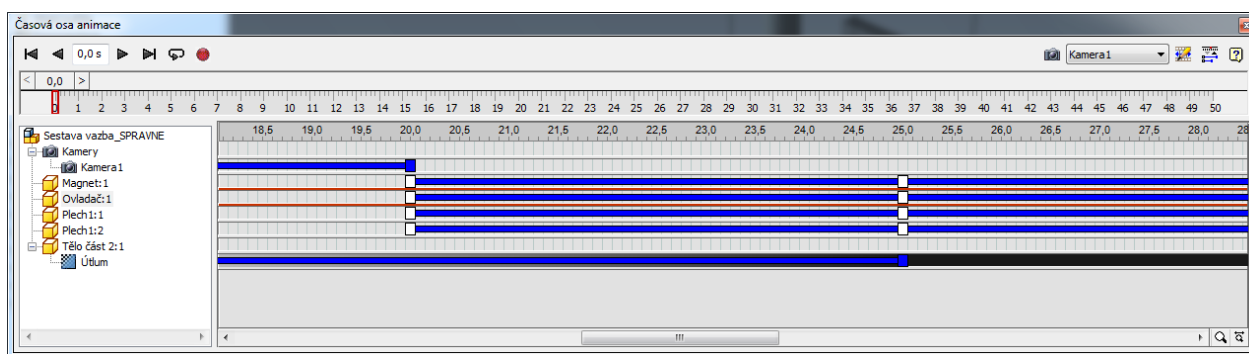
Obr 48: Animace komponent



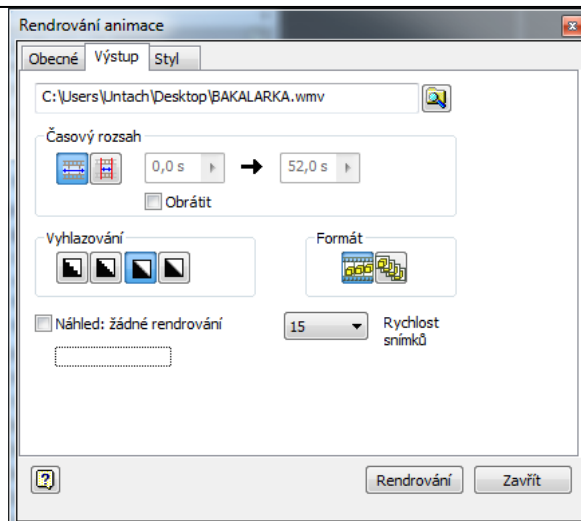
Obr 49: Animace útlum

Poslední využité funkce jsou *animace komponent* a *animace útlum*. První zmiňovaná slouží k animaci pohybu částí. Ve vytvořené prezentaci se jedná o pohyb ovladače, který ovládá magnet, který současně otáčí permanentním magnetem a tím jej uvádí do pozice zapnuto. A přitáhnutí plechů vlivem zapnutí stojánku. Animace útlumu bylo využito právě při pohybu komponentu, k zesvětlení stěny těla stojánku, aby bylo možné pozorovat pohyb právě magnetu.

Námi definované požadavky se zobrazují na časové ose *tvůrce videa*. Kde se dají dále upravovat, mazat, nastavovat zrychlení/zpomalování otáčení a útlumu, nebo kopírovat jednotlivé prvky.



Obr 50: Tvůrce videa



Obr 51: Rendrování animace

Při rendrování animace, volíme její výstupní parametry, jako jsou *kodek*, *míra vyhlazování*, *časový rozsah*, *osvětlení plochy*, *výběr kamery*, *styl scény* a *formát*. Formát nabízí dvě možnosti výstupu práce. Prvním je klasický avi soubor s námi zvolenými parametry. Druhý je sekvence obrázků. Oba tyto výstupy si mohou nadefinovat rychlost zobrazovaných snímků. 15 snímků / s je dostačující pro výstup této práce.

8 ZÁVĚR

Úkolem bakalářské práce bylo popsání nových funkcí v prostředí AutoDesk Inventor 2012, s jehož použitím, jsem byl během vypracování seznámen a v rámci bakalářského projektu získal cenné zkušenosti, které jsem mohl náležitě využít. Použití těchto systémů představuje značné výhody a zlepšení procesu návrhu. Běžně používaná dokumentace se často stávala nepřehlednou, model v 3D prostoru, tuto nevýhodou elegantním a přehledným způsobem eliminuje, je zde možnost natočení kamer, změnu svítivosti, což vše návrháři značně ulehčuje orientaci v modelu.

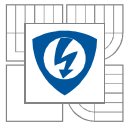
Úkolem bylo mimo jiné vytvořit 3D prezentaci magnetické upínky v prostředí AutoDesk Inventor 2012. V části týkající se tvorby animace pomocí modulu prezentace je na jednoduchém modelu ukázán postup tvorby složení sestavy a to dvěma způsoby z nichž každý má jiným výhody, ale i nevýhody.

Prvním způsobem je možnost rozložení sestavy pomocí základní funkce Inventoru „prezentace rozpadu sestavy“. Vytvoření rozložení pomocí tohoto postupu je velmi rychlé a však kvalita výstupu není nikterak kvalitní. Lze provést dvěma způsoby. Automatickým rozpadem, kde se určí vzdálenost, na kterou se má daná součást „rozletět“. Druhým, kdy manuálně nastavujeme vzdálenosti pro každý prvek součásti zvlášť. U obou těchto možností lze nastavit zapnutí trajektorie rozpadu. Je zde i možnost nastavit otáčení části kolem osy. Tato metoda nachází využití především tam, kde není příliš důležitá kvalita jako spíše postup s kterým se součásti „rozlétají“ nebo naopak skládají. Jelikož prezentace rozpadu nabízí možnost jak rozložení, tak i následného složení, popřípadě naopak. Ocení jej tedy montéři a technici výroby, slouží především pro konstrukční účely. Díky malé velikosti prezentace, je vhodné využít jej pro prezentaci na internetových typu youtube.com apod. Například pro obchodní prezentování daného výrobku je tento způsob naprosto neucházející. V případě nutnosti kvalitního výstupu rozpadu sestavy, doporučuji vytvoření rozpadu sestavy přes pohyb komponentu. Kde nastavíme vzdálenost, směr, popřípadě otočení pro každý prvek samostatně. A následného vyrendrování.

Druhý způsob je pomocí tvůrce videa. Který je mnohem flexibilnější pro samotnou tvorbu, umožňuje široké možnosti tvorby. Nastavování kamer, osvětlení, pohybu komponentů, útlumu (prosvětlování součástí), nastavení pracovní plochy a způsob zobrazování. Kvalita je zcela vyhovující pro jakýkoliv způsob prezentace daného výtvaru. Lze vytvořit jak rozpad tak sloučení sestavy, tak i v našem případě ukázkou principu magnetického stojánu.

Při tvorbě videa ovšem nastaly problémy s vazbami. Které nestačilo pouze vypnout, ale museli být vymazány, je nutné dbát na správné využití, hrozí zde možnost, že vazby přinesou víc škody než užitku. Mohou způsobit, že s komponenty nebude možno pohybovat dle našich potřeb. Odstranění vazeb nemá za následek opětovné rozhození poloh, inventor si zapamatuje tyto vazby, proto nic nebrání jejich vymazání. Však pro prvotní definici poloh je jejich použití nezbytné.

Po nastavení osvětlení (zvolil sem druh osvětlovací plocha), kamer. Kamera byla zvolena pouze jedna a následně nakopírována po celé délce videa. Jelikož se nedařilo nastavení přechodu mezi více kamerami. Následně po zvolení pohybu a útlumu komponent jsem přikročil k samotnému rendrování animace. Samotný render je nejnáročnější část na hardware počítače. V mém případě rendrování trvalo 78 hodin 16 minut a 34 vteřin. Délka byla velmi ovlivněna výkonem počítače. V případě jako tento, kdy render trvá příliš dlouho, doporučuji jako výstup zvolit sekvenci obrázků. Jelikož je větší pravděpodobnost možného výpadku proudu, nebo jiného problému, který může zapříčinit vypnutí PC, problém, který mě také potkal. Právě sekvence



obrázků má velkou výhodu v tom, že je možné navázat render v místě kde se stala chyba. Tyto obrázky se dají snadno spojit za použití volně licencovaných programů do video souboru.

V rámci práce byl uveden zjednodušený výpočet stanovení velikosti přídržné síly magnetické upínky. Velikost byla určena na hodnotu $F = 251,4\text{N}$. Výrobce uvádí velikost $F = 296\text{N}$. Vypočtená velikost se od normalizované liší o 13,4%. Tento rozdíl je zapříčiněn faktem, že při výpočtu byly využity zjednodušené vzorce. Jelikož se neuvažoval magnetický systém, tedy vliv pracovní vzduchové mezery, která ovlivní výpočet. Na tomto výpočtu jsem si prakticky ověřil štítkové hodnoty upínky.

Součástí práce bylo také měření velikosti magnetického pole upínky. Výsledky jsou zaznamenány a přiloženy v příloze jako soubor grafů a tabulek.

Měřením jsme si ověřili průběh magnetického pole stojánku ve stavu ZAPNUTO a ve stavu VYPNUTO. Z měřených hodnot vyplývají následující skutečnosti:

- 1) Ve stavu ZAPNUTO dosahovala velikost magnetické indukce $B = 0,01767 \div 0,24\text{ T}$
Velikost roste směrem ke středu stojánku, přičemž indukce je největší právě v jeho středu
- 2) Ve stavu VYPNUTO dosahovala velikost magnetické indukce $B = 0,00073 \div 0,00143\text{ T}$
S ohledem na velikost indukce a jejího rozdílu v řádech tisícín, lze konstatovat, že měření indukce ve stavu vypnuto je téměř konstantní.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] FOŘT, J; KLETEČKA, J. Popis Autodesk Inventor Adaptivní modelování v průmyslové praxi. 2004. [s.l.] : [s.n.], 2004. 284 s. ISBN 80-251-0389-7.
- [2] Esf.fme.vutbr [online]. 28.12.2006 [cit. 2011-12-08]. Systemy_cad. Dostupné z WWW: <http://esf.fme.vutbr.cz/modul/3/systemy_cad.pdf>.
- [3] Personal.umich.edu [online]. 2009 [cit. 2011-12-08]. Architectural CAD at Michigan . Dostupné z WWW: <<http://www.personal.umich.edu/~turner/history/history.html> >.
- [4] KUBIN, Jaroslav. Fi.muni.cz [online]. 2002 [cit. 2011-12-08]. Stručná historie CAD/CAM až po současnost. Dostupné z WWW: <http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2002/xkubin2_CAD-CAM2.htm>.
- [5] MYERS, Bred. Cs.cmu.edu [online]. 1998 [cit. 2011-12-08]. A BriefHistoryof HumanComputerInteraction Technology. Dostupné z WWW: <<http://www-2.cs.cmu.edu/~amulet/papers/uihistory.tr.html>>.
- [6] VENZLŮ, J. Prakticky-zivot.cz [online]. 2009 [cit. 2011-12-08]. Cadsystemy. Dostupné z WWW: <<http://www.prakticky-zivot.cz/hobby/pocitace/?nid=4029-cad-systemy.html>>.
- [7] Adeon.cz [online]. 2011 [cit. 2011-12-08]. Přehled novinek AutoCADuInventor 2012. Dostupné z WWW: <<http://www.adeon.cz/reseni/strojirenstvi/135-nove-funkce-strojirenstvi/227-pehled-novinek-autocad-inventoru?start=1>>.
- [8] PERMANENTNÍ MAGNETY. [online]. [cit. 2013-06-03]. Dostupné z: http://www.sinomag.cz/sinomag.cz/data/sinomag/downloads/Permanentni_magnety.pdf
- [9] Wikiphelp.autodesk.com [online]. 2011 [cit. 2011-12-08]. Autodesk wikiHelp. Dostupné z WWW: <http://wikiphelp.autodesk.com/Inventor/csy/2012/Help/2144-Výukové_2144/2145-Výukové_2145/2451-Studio_-2451/2470-Souhrn2470>.
- [10] Doc. Ing. Fantišek Veselka CSc.; František Veselka: Habilitační práce stejnosměrná klidová brzda s permanentními magnety, Brno

Přílohy

Příloha 1: Záznam o měření magnetického pole stojánku.

POSTUP PŘI MERENÍ:

Cílem měření bylo zjistit velikost magnetického pole na povrchu měřeného stojánku. Zapojení pracoviště vypadalo následovně. V prvním řadě jsme připojili zdroj Statron 32V/6.4A (v.č. 0066804943) se sítí. Zdroj napájí Teslametr (v.č. 6776947), po projení můžeme začít se samotným měřením.

- 1) Magnetické pole se měřilo na 3 stranách stojánku (obr. 49, 53, 57),
- 2) Měření bude probíhat ve 3 částech a sice v horní, střední a dolní části stěny. V každé části bude změřeno celkem 10 bodů. 5 bodů z levé strany a 5 bodů z pravé strany. Každý bod bude proměřen celkem 3x a v tabulkách následně zprůměrován, kvůli zpřesnění výsledků. Dále se každá jednotlivá část bude měřit ve stavu ZAPNUTO a VYPNUTO. Celkem pro každou část bude tedy 30 naměřených hodnot a 9 tabulek,
- 3) Výsledky měření jsou graficky zpracovány ve formě grafů v závislosti $B = f(a)$ pro jednotlivé části.

SCHÉMATICKY ZNÁZORNĚNÉ MĚŘÍCÍ BODY



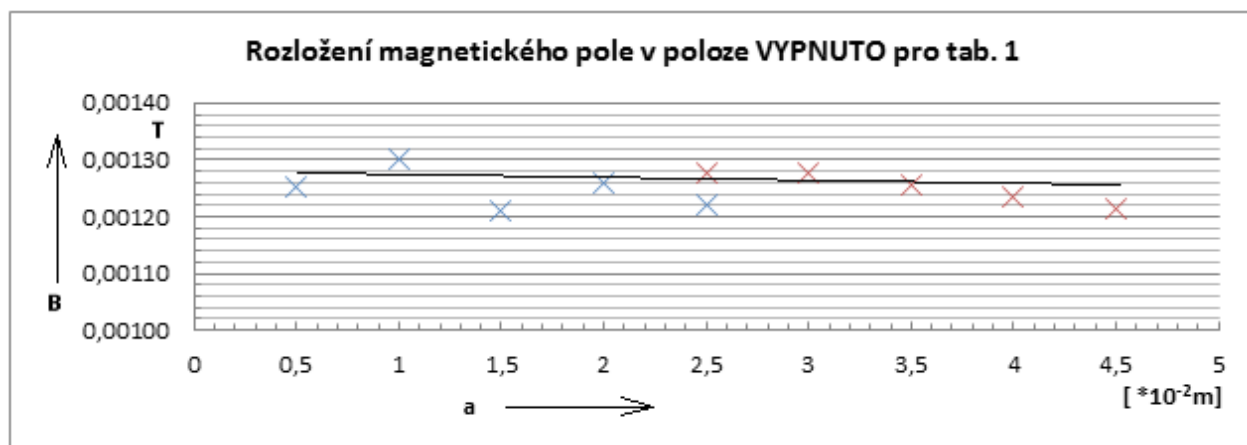
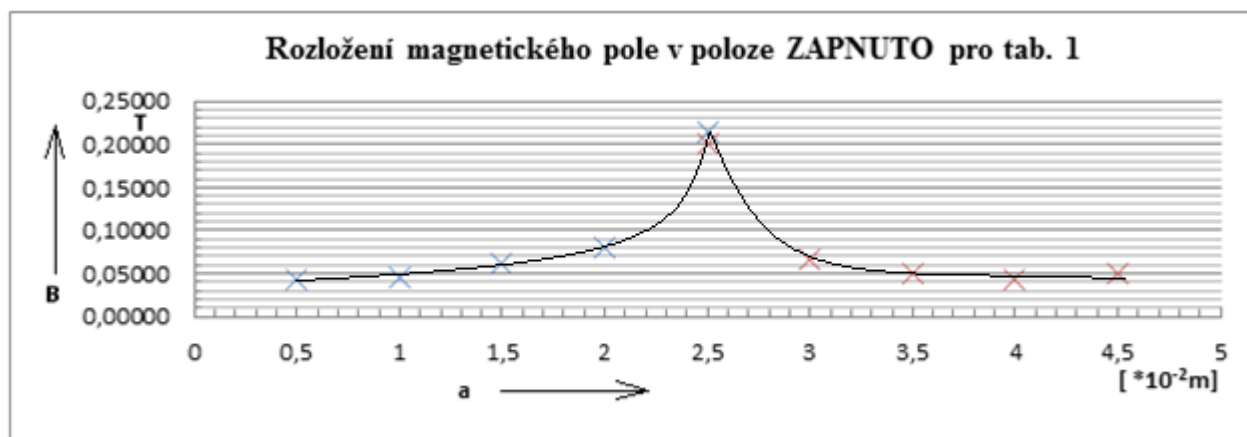
Obr 52: Znázornění měřících bodů strana 1

TABULKY MĚŘENÝCH HODNOT

Tab. 3. strana 1- měření na horním okraji stojánku

Měřeno na horním okraji upinky. Směrem od levého kraje k pravému									
		BOD 1			ϕ	BOD 2			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,04100	0,04500	0,04500	0,04367	0,04500	0,04500	0,04300	0,04433
	VYPNUTO	0,00150	0,00126	0,00100	0,00125	0,00140	0,00130	0,00120	0,00130
Pravá strana	ZAPNUTO	0,04000	0,06000	0,05000	0,05000	0,04400	0,04500	0,04200	0,04367
	VYPNUTO	0,00150	0,00124	0,00090	0,00121	0,00140	0,00120	0,00110	0,00123
		BOD 3			ϕ	BOD 4			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,06000	0,05000	0,07800	0,06267	0,07800	0,08000	0,08100	0,07967
	VYPNUTO	0,00132	0,00120	0,00111	0,00121	0,00122	0,00132	0,00124	0,00126
Pravá strana	ZAPNUTO	0,04800	0,04900	0,05000	0,04900	0,06000	0,07000	0,07100	0,06700
	VYPNUTO	0,00134	0,00122	0,00121	0,00126	0,00124	0,00134	0,00125	0,00128
		BOD 5			ϕ				
		[T]			[T]				
Levá strana	ZAPNUTO	0,22500	0,22000	0,20000	0,21500				
	VYPNUTO	0,00123	0,00122	0,00121	0,00122				
Pravá strana	ZAPNUTO	0,21000	0,20000	0,19000	0,20000				
	VYPNUTO	0,00131	0,00128	0,00124	0,00128				

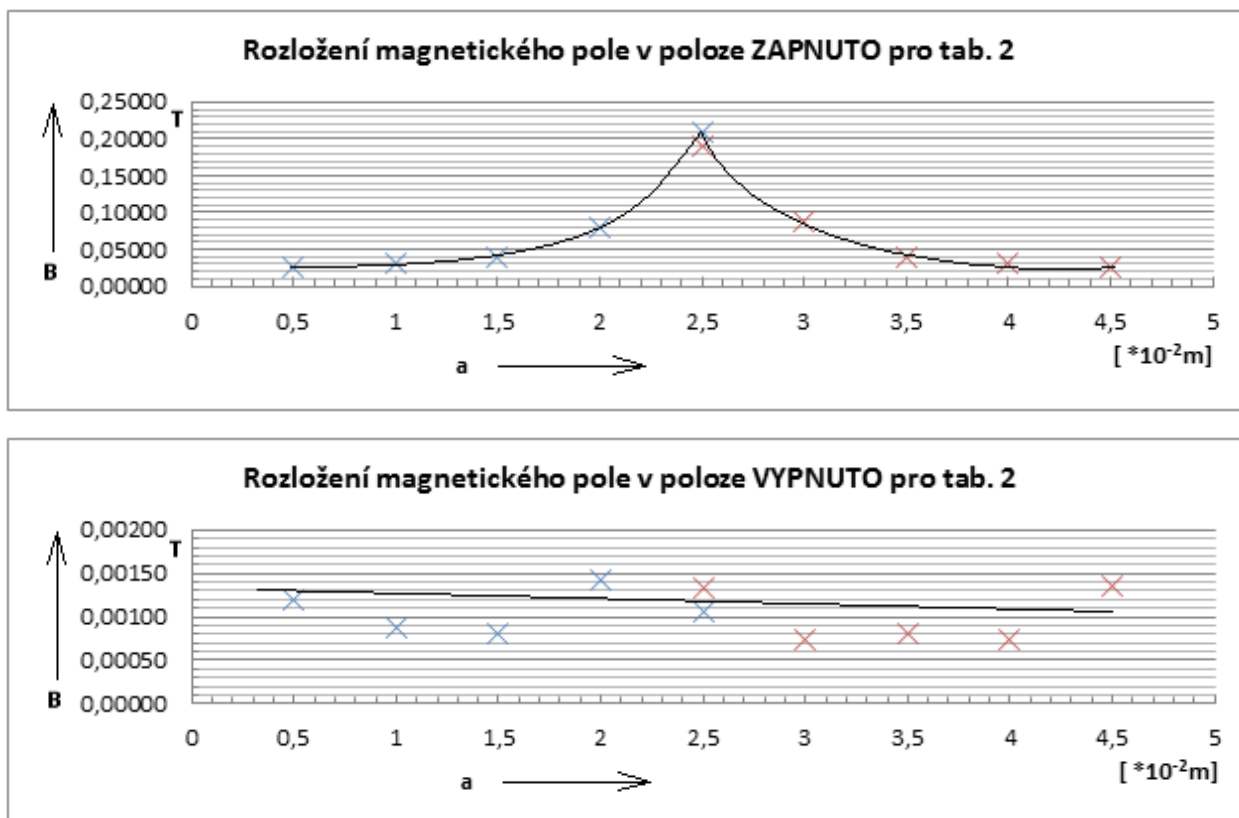
Obr 53: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 1, tab.1, $B=f(a)$



Tab. 4. strana 1- měření střední části stojáčku

Měřeno ve střední části upinky. Směrem od levého kraje k pravému									
		BOD 1			ϕ	BOD 2			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,03000	0,02500	0,02500	0,02667	0,03000	0,03000	0,03000	0,03000
	VYPNUTO	0,00110	0,00130	0,00120	0,00120	0,00090	0,00090	0,00080	0,00087
Pravá strana	ZAPNUTO	0,02500	0,03000	0,02200	0,02567	0,03000	0,03200	0,02800	0,03000
	VYPNUTO	0,00140	0,00130	0,00140	0,00137	0,00010	0,00090	0,00120	0,00073
		BOD 3			ϕ	BOD 4			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,04000	0,03900	0,03800	0,03900	0,08000	0,07900	0,08100	0,08000
	VYPNUTO	0,00009	0,00120	0,00110	0,00080	0,00120	0,00090	0,00220	0,00143
Pravá strana	ZAPNUTO	0,04000	0,04200	0,03800	0,04000	0,09000	0,08500	0,08700	0,08733
	VYPNUTO	0,00080	0,00090	0,00070	0,00080	0,00080	0,00080	0,00060	0,00073
		BOD 5			ϕ				
		[T]			[T]				
Levá strana	ZAPNUTO	0,19000	0,21000	0,23000	0,21000				
	VYPNUTO	0,00120	0,00090	0,00110	0,00107				
Pravá strana	ZAPNUTO	0,18000	0,19000	0,20000	0,19000				
	VYPNUTO	0,00120	0,00150	0,00130	0,00133				

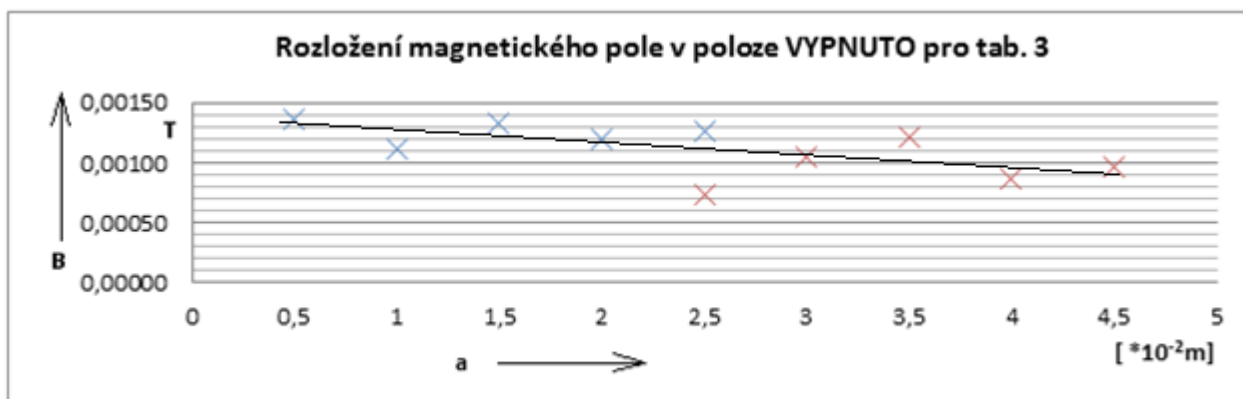
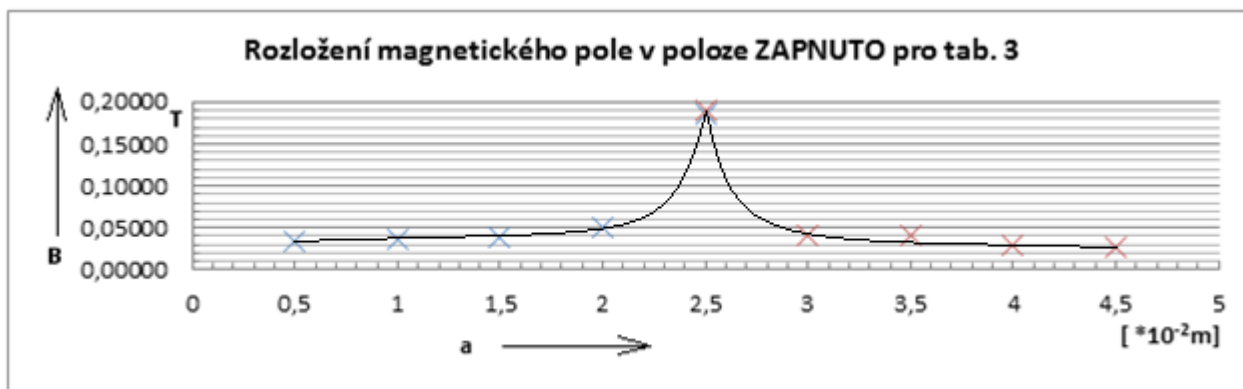
Obr 54: Grafické zpracování naměřených hodnotstrana 1, tab. 2, $B=f(a)$



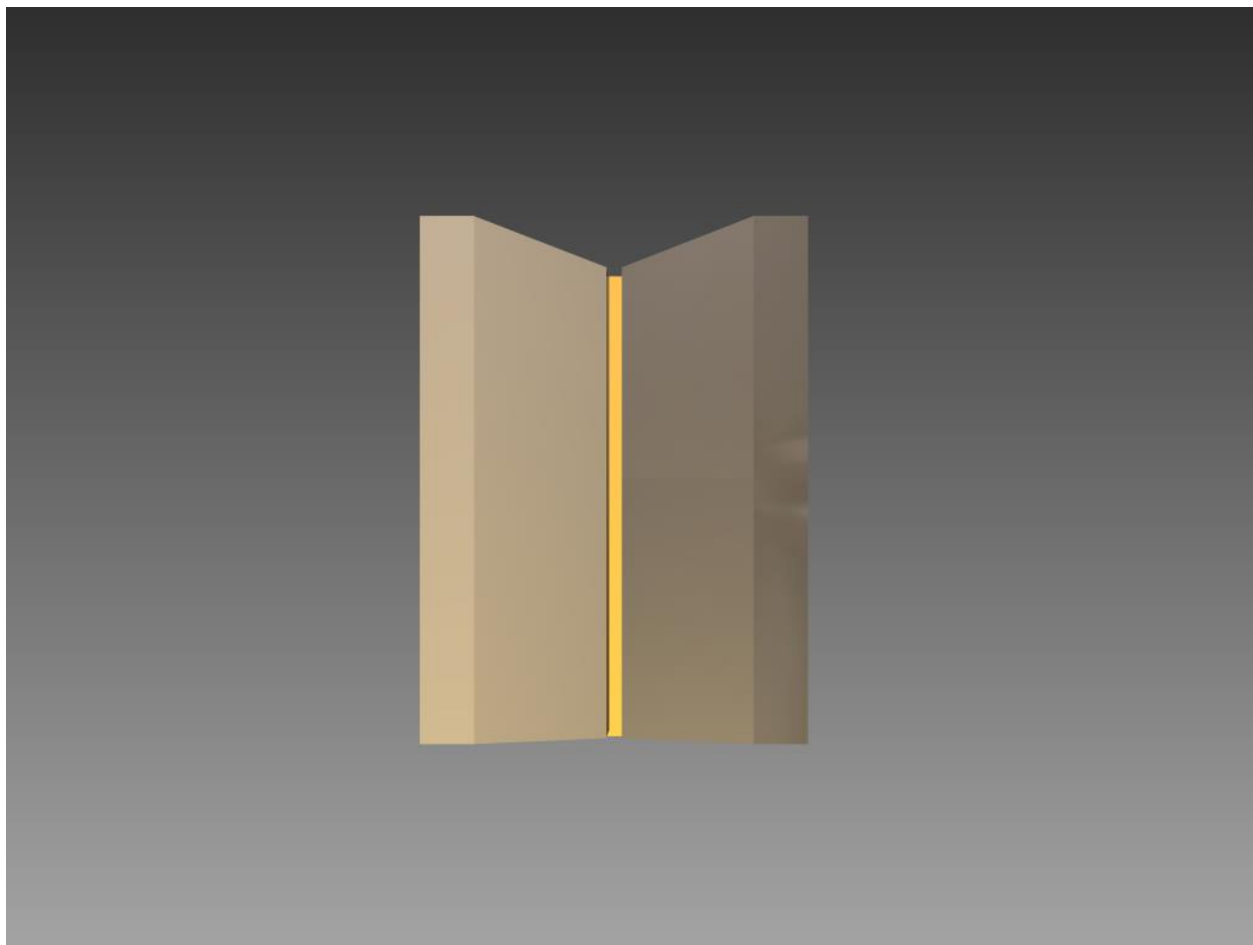
Tab. 5. strana 1- měření na dolním okraji stojánku

Měřeno na dolním okraji upinky. Směrem od levého kraje k pravému									
		BOD 1			ϕ	BOD 2			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,03500	0,03400	0,03200	0,03367	0,03900	0,03500	0,04000	0,03552
	VYPNUTO	0,00140	0,00128	0,00140	0,00136	0,00080	0,00090	0,00070	0,00112
Pravá strana	ZAPNUTO	0,03000	0,02500	0,02800	0,02767	0,03300	0,03000	0,02900	0,02895
	VYPNUTO	0,00080	0,00090	0,00120	0,00097	0,00080	0,00080	0,00060	0,00087
		BOD 3			ϕ	BOD 4			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,04250	0,03900	0,03800	0,03983	0,10000	0,09500	0,11000	0,03552
	VYPNUTO	0,00120	0,00150	0,00130	0,00133	0,00150	0,00120	0,00090	0,00112
Pravá strana	ZAPNUTO	0,04000	0,04200	0,03800	0,04000	0,07500	0,07400	0,07200	0,02895
	VYPNUTO	0,00150	0,00124	0,00090	0,00121	0,00131	0,00128	0,00124	0,00087
		BOD 5			ϕ				
		[T]			[T]				
Levá strana	ZAPNUTO	0,18000	0,19000	0,18500	0,18500				
	VYPNUTO	0,00130	0,00128	0,00120	0,00126				
Pravá strana	ZAPNUTO	0,18000	0,19000	0,20000	0,19000				
	VYPNUTO	0,00120	0,00090	0,00010	0,00073				

Obr 55: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 1, tab.3, $B=f(a)$



SCHÉMATICKY ZNÁZORNĚNÉ MĚŘICÍ BODY



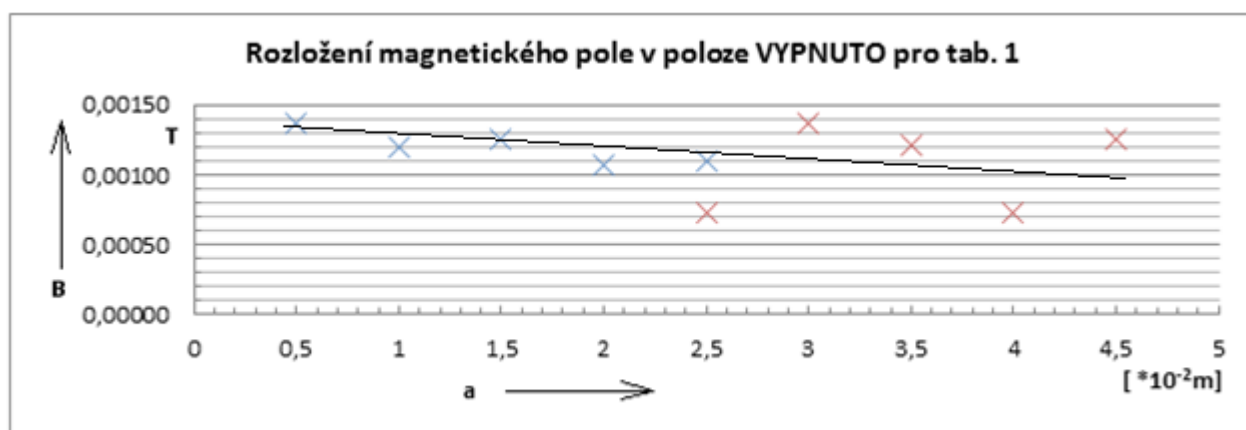
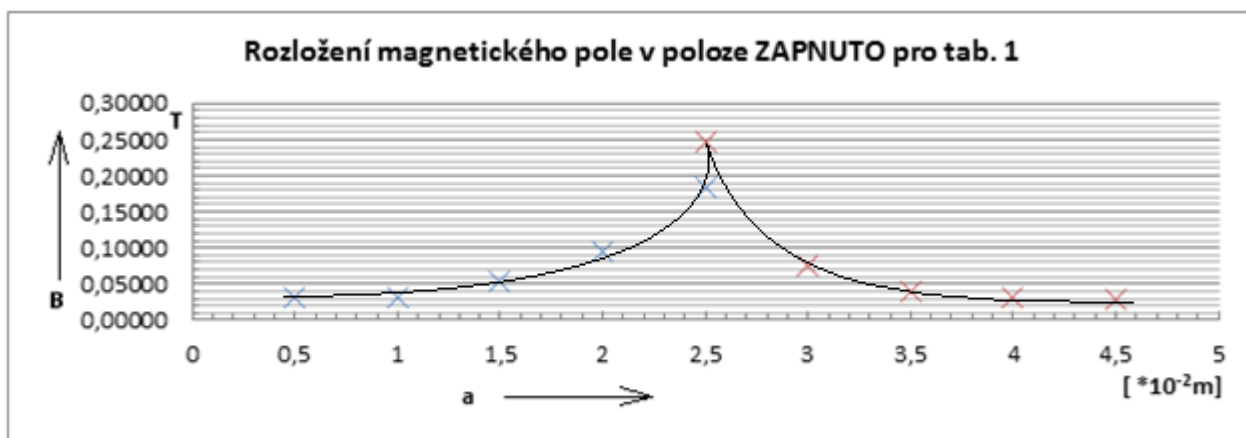
Obr 56: Znázornění měřicích bodů strana 2

TABULKY MĚŘENÝCH HODNOT

Tab. 6. strana 2- měření na horním okraji stojánku

Měřeno na horním okraji upinky. Směrem od levého kraje k pravému									
		BOD 1			ϕ	BOD 2			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,03000	0,02800	0,03300	0,03033	0,03300	0,03200	0,03100	0,03200
	VYPNUTO	0,00140	0,00130	0,00140	0,00137	0,00150	0,00120	0,00090	0,00120
Pravá strana	ZAPNUTO	0,03000	0,03000	0,02900	0,02967	0,03000	0,03100	0,03200	0,03100
	VYPNUTO	0,00134	0,00122	0,00121	0,00126	0,00120	0,00090	0,00010	0,00073
		BOD 3			ϕ	BOD 4			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,05400	0,06000	0,04800	0,05400	0,09000	0,11000	0,08800	0,09600
	VYPNUTO	0,00122	0,00132	0,00124	0,00126	0,00120	0,00090	0,00110	0,00107
Pravá strana	ZAPNUTO	0,04000	0,04100	0,03800	0,03967	0,07500	0,07700	0,07200	0,07467
	VYPNUTO	0,00123	0,00122	0,00121	0,00122	0,00140	0,00130	0,00140	0,00137
		BOD 5			ϕ				
		[T]			[T]				
Levá strana	ZAPNUTO	0,18000	0,17000	0,20000	0,18333				
	VYPNUTO	0,00089	0,00130	0,00110	0,00110				
Pravá strana	ZAPNUTO	0,25000	0,24000	0,25000	0,24667				
	VYPNUTO	0,00080	0,00080	0,00060	0,00073				

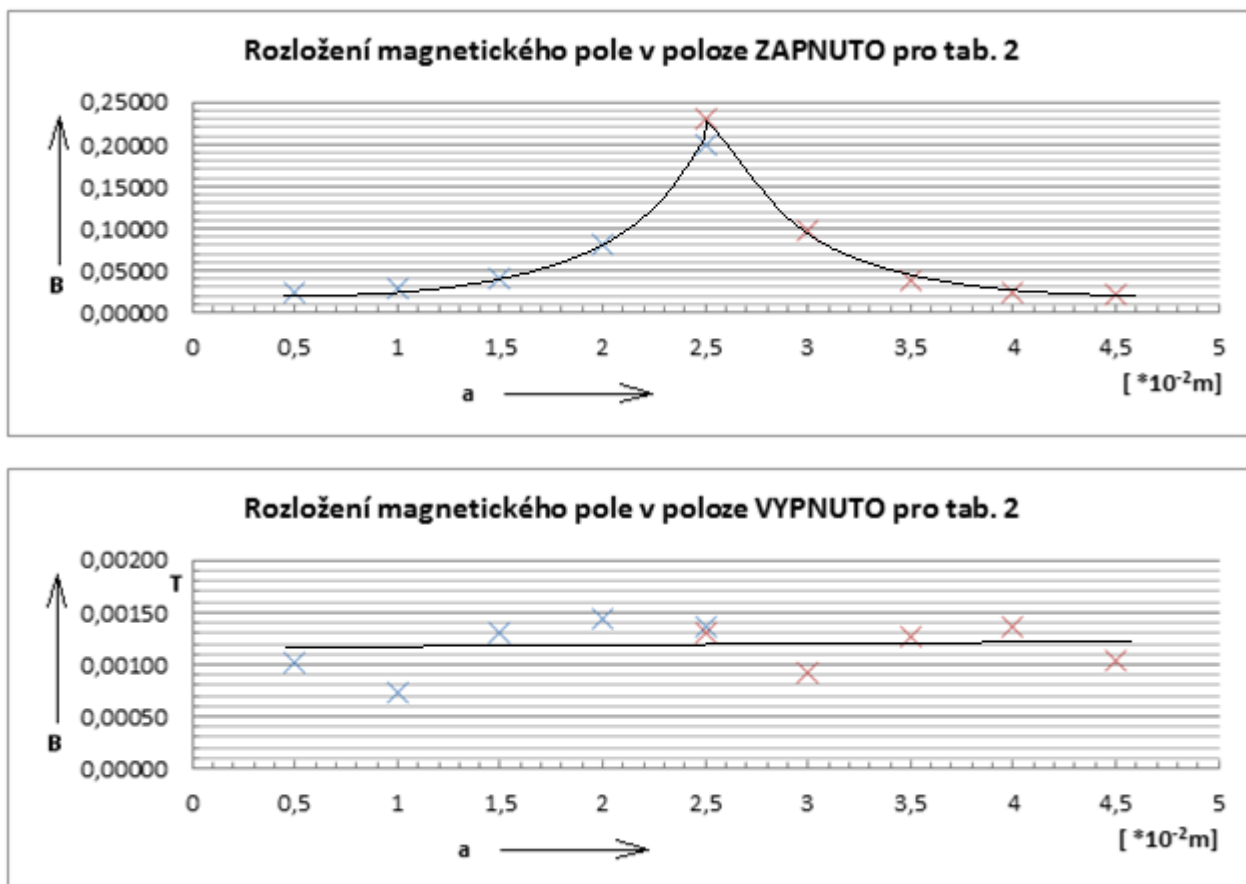
Obr 57: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 2, tab.1, $B=f(a)$



Tab. 7. strana 2- měření střední části stojánu

Měřeno ve střední části upinky. Směrem od levého kraje k pravému									
		BOD 1			ϕ	BOD 2			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,02500	0,02400	0,02300	0,02400	0,02800	0,02900	0,03000	0,02900
	VYPNUTO	0,00090	0,00124	0,00089	0,00101	0,00080	0,00080	0,00060	0,00073
Pravá strana	ZAPNUTO	0,02200	0,02000	0,02100	0,02100	0,02500	0,02600	0,02400	0,02500
	VYPNUTO	0,00100	0,00090	0,00120	0,00103	0,00140	0,00128	0,00140	0,00136
		BOD 3			ϕ	BOD 4			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,04000	0,04100	0,04000	0,04033	0,08100	0,08200	0,08300	0,08200
	VYPNUTO	0,00140	0,00130	0,00120	0,00130	0,00120	0,00090	0,00220	0,00143
Pravá strana	ZAPNUTO	0,03800	0,03900	0,03700	0,03800	0,10000	0,11000	0,08000	0,09667
	VYPNUTO	0,00131	0,00128	0,00124	0,00128	0,00090	0,00090	0,00099	0,00093
		BOD 5			ϕ				
		[T]			[T]				
Levá strana	ZAPNUTO	0,20000	0,21000	0,19000	0,20000				
	VYPNUTO	0,00140	0,00130	0,00140	0,00137				
Pravá strana	ZAPNUTO	0,24000	0,22000	0,23000	0,23000				
	VYPNUTO	0,00140	0,00130	0,00120	0,00130				

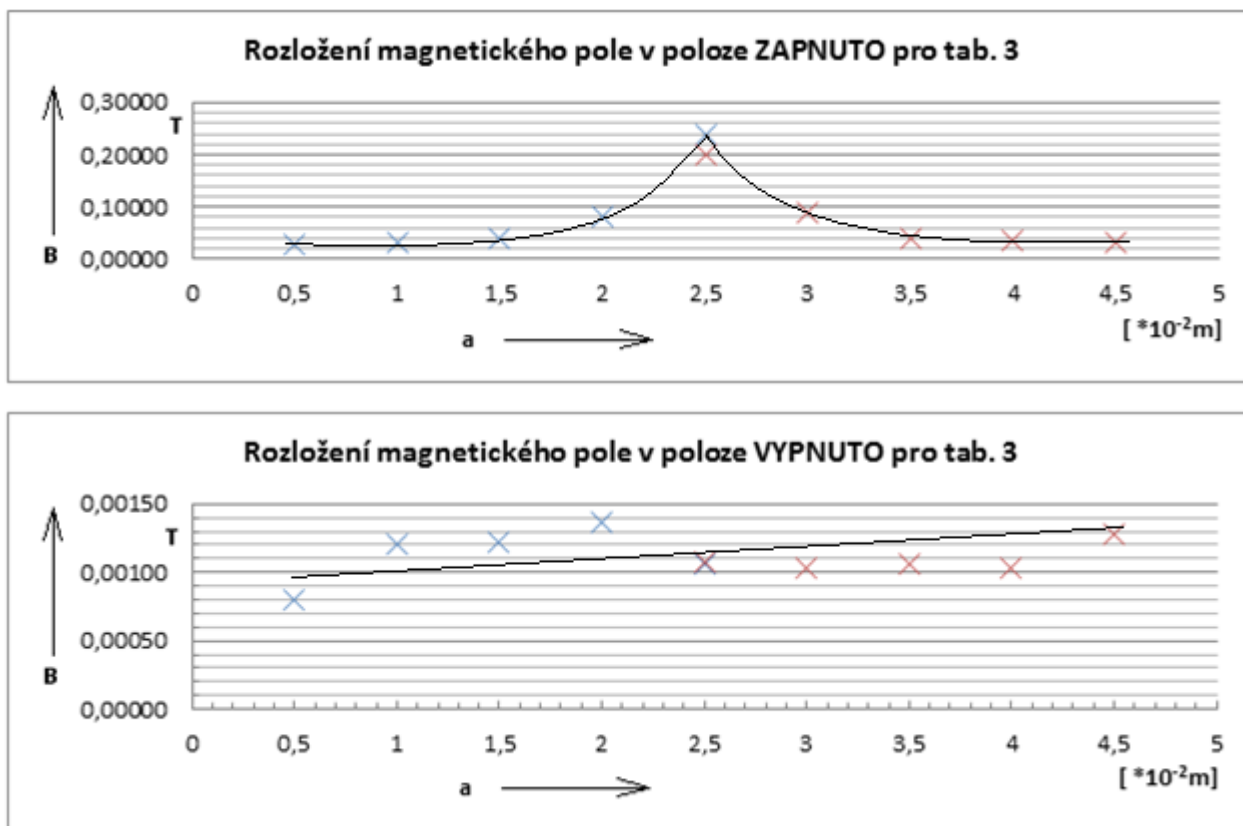
Obr 58: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 2, tab.2, $B=f(a)$



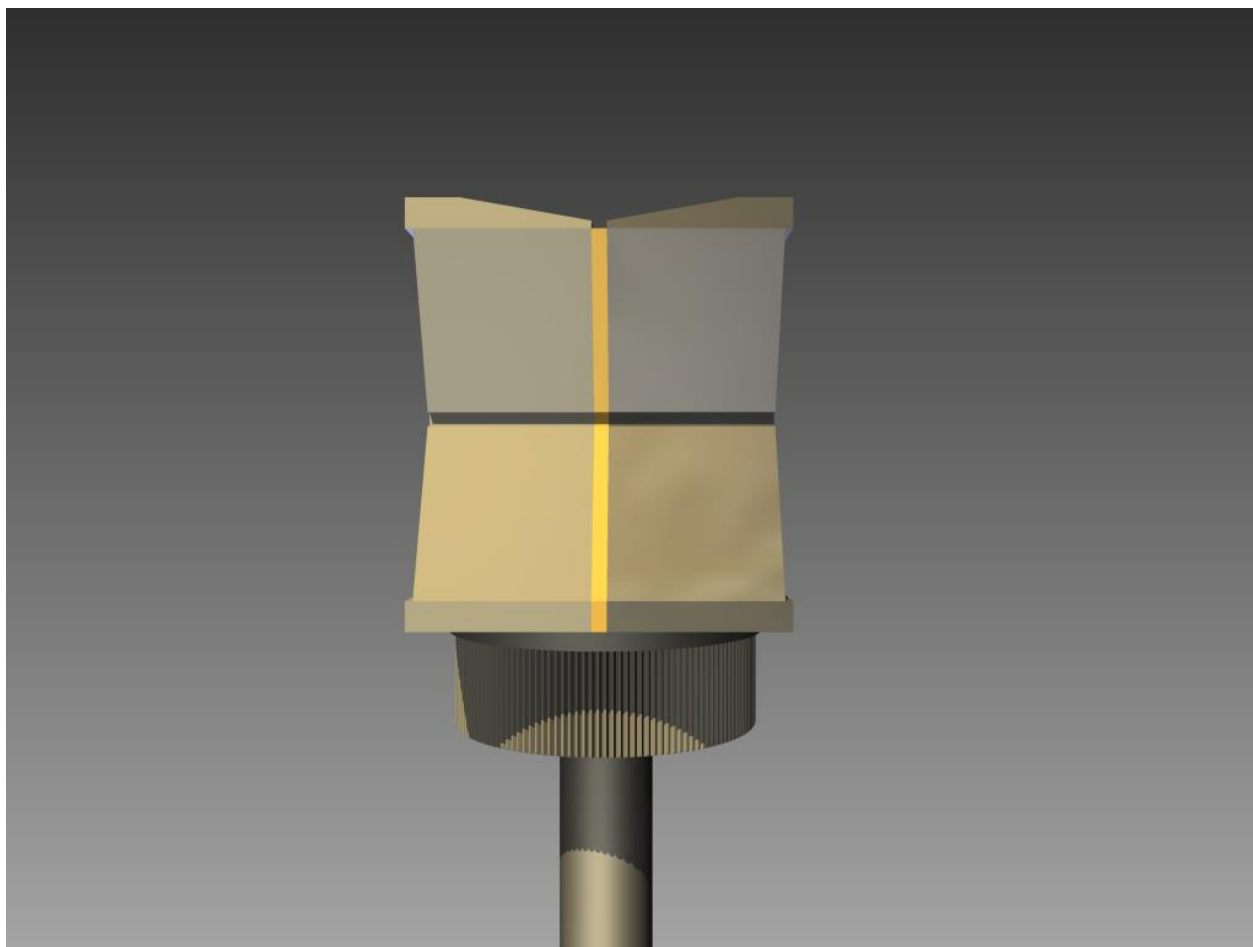
Tab. 8. strana 2- měření na dolním okraji stojánku

Měřeno na dolním okraji upinky. Směrem od levého kraje k pravému									
		BOD 1			ϕ	BOD 2			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,03000	0,02900	0,02800	0,02900	0,03200	0,03100	0,03000	0,03100
	VYPNUTO	0,00080	0,00090	0,00070	0,00080	0,00150	0,00124	0,00090	0,00121
Pravá strana	ZAPNUTO	0,03100	0,03000	0,02900	0,03000	0,03800	0,03900	0,03300	0,03667
	VYPNUTO	0,00131	0,00128	0,00124	0,00128	0,00100	0,00090	0,00120	0,00103
		BOD 3			ϕ	BOD 4			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,04000	0,03800	0,03900	0,03900	0,08000	0,08500	0,08300	0,08267
	VYPNUTO	0,00123	0,00122	0,00121	0,00122	0,00140	0,00130	0,00140	0,00137
Pravá strana	ZAPNUTO	0,04200	0,04100	0,04000	0,04100	0,09000	0,08900	0,09300	0,09067
	VYPNUTO	0,00090	0,00120	0,00110	0,00107	0,00120	0,00090	0,00100	0,00103
		BOD 5			ϕ				
		[T]			[T]				
Levá strana	ZAPNUTO	0,23000	0,24000	0,25000	0,24000				
	VYPNUTO	0,00120	0,00090	0,00110	0,00107				
Pravá strana	ZAPNUTO	0,19000	0,20000	0,21000	0,20000				
	VYPNUTO	0,00110	0,00124	0,00090	0,00108				

Obr 59: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 2, tab.3, $B=f(a)$



SCHÉMATICKY ZNÁZORNĚNÉ MĚŘICÍ BODY



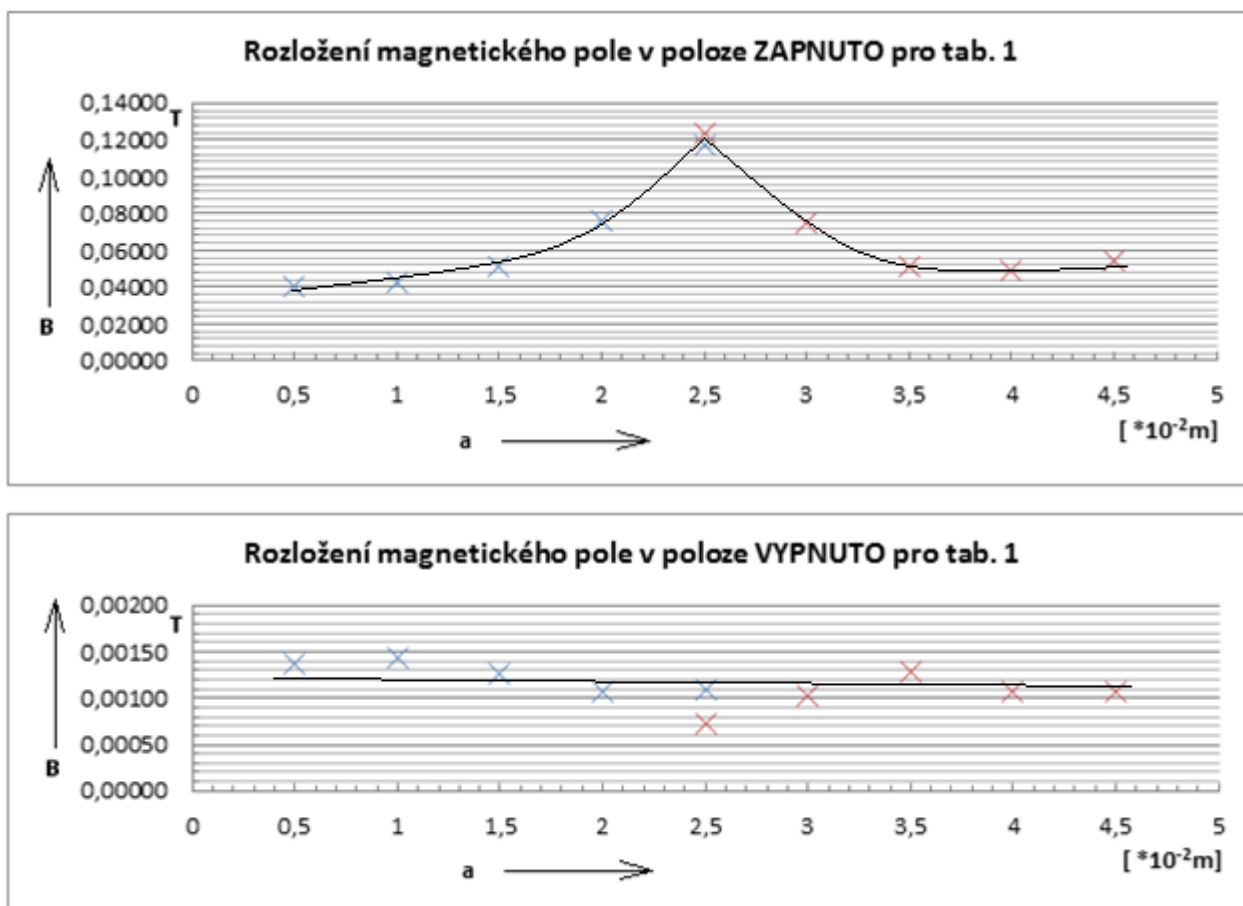
Obr 60: Znázornění měřicích bodů strana 3

TABULKY MĚŘENÝCH HODNOT

Tab. 9. strana 3- měření na horním okraji stojánku

Měřeno na horním okraji upinky. Směrem od levého kraje k pravému									
		BOD 1			ϕ	BOD 2			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,04000	0,04100	0,03900	0,04000	0,04200	0,04200	0,04300	0,04233
	VYPNUTO	0,00140	0,00130	0,00140	0,00137	0,00120	0,00090	0,00220	0,00143
Pravá strana	ZAPNUTO	0,05000	0,05200	0,06000	0,05400	0,04800	0,04900	0,05000	0,04900
	VYPNUTO	0,00090	0,00120	0,00110	0,00107	0,00110	0,00124	0,00090	0,00108
		BOD 3			ϕ	BOD 4			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,05000	0,05200	0,05100	0,05100	0,10000	0,00900	0,12000	0,07633
	VYPNUTO	0,00122	0,00132	0,00124	0,00126	0,00090	0,00120	0,00110	0,00107
Pravá strana	ZAPNUTO	0,05000	0,05200	0,05100	0,05100	0,07000	0,08000	0,07500	0,07500
	VYPNUTO	0,00131	0,00128	0,00124	0,00128	0,00100	0,00090	0,00120	0,00103
		BOD 5			ϕ				
		[T]			[T]				
Levá strana	ZAPNUTO	0,12000	0,13000	0,10000	0,11667				
	VYPNUTO	0,00089	0,00130	0,00110	0,00110				
Pravá strana	ZAPNUTO	0,12700	0,12500	0,12000	0,12400				
	VYPNUTO	0,00080	0,00080	0,00060	0,00073				

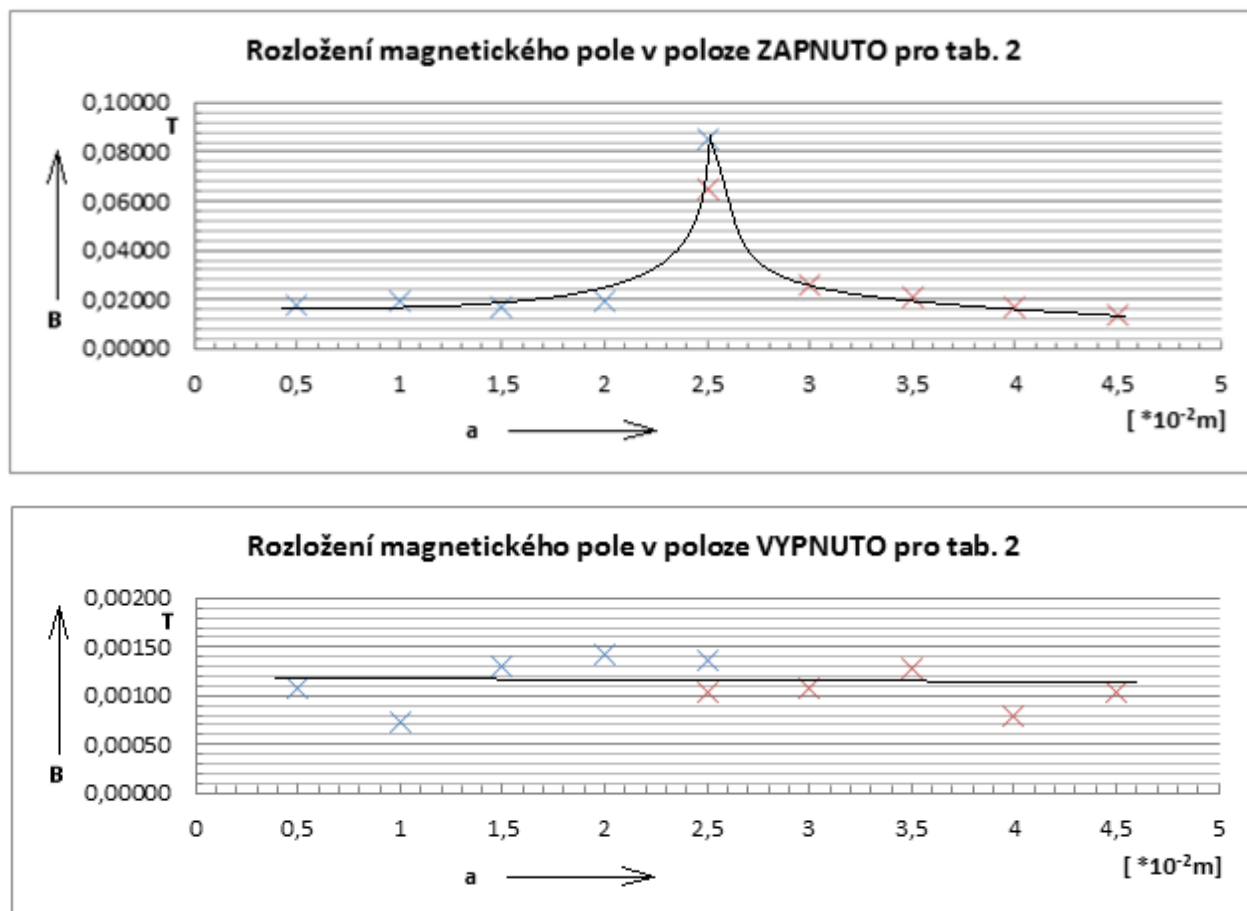
Obr 61: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 3, tab.1, $B=f(a)$



Tab. 10. strana 3- měření střední části stojánku

Měřeno střední části upinky. Směrem od levého kraje k pravému									
		BOD 1			\emptyset	BOD 2			\emptyset
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,01600	0,01800	0,01900	0,01767	0,01800	0,01900	0,02000	0,01900
	VYPNUTO	0,00120	0,00090	0,00110	0,00107	0,00080	0,00080	0,00060	0,00073
Pravá strana	ZAPNUTO	0,01500	0,01400	0,01300	0,01400	0,01600	0,01700	0,01800	0,01700
	VYPNUTO	0,00100	0,00090	0,00120	0,00103	0,00080	0,00090	0,00070	0,00080
		BOD 3			\emptyset	BOD 4			\emptyset
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,01600	0,01700	0,01800	0,01700	0,02000	0,01900	0,01800	0,01900
	VYPNUTO	0,00140	0,00130	0,00120	0,00130	0,00120	0,00090	0,00220	0,00143
Pravá strana	ZAPNUTO	0,02000	0,02100	0,02300	0,02133	0,02600	0,02500	0,02600	0,02567
	VYPNUTO	0,00131	0,00128	0,00124	0,00128	0,00110	0,00124	0,00090	0,00108
		BOD 5			\emptyset				
		[T]			[T]				
Levá strana	ZAPNUTO	0,09000	0,08000	0,08500	0,08500				
	VYPNUTO	0,00140	0,00130	0,00140	0,00137				
Pravá strana	ZAPNUTO	0,06000	0,07000	0,06500	0,06500				
	VYPNUTO	0,00100	0,00090	0,00120	0,00103				

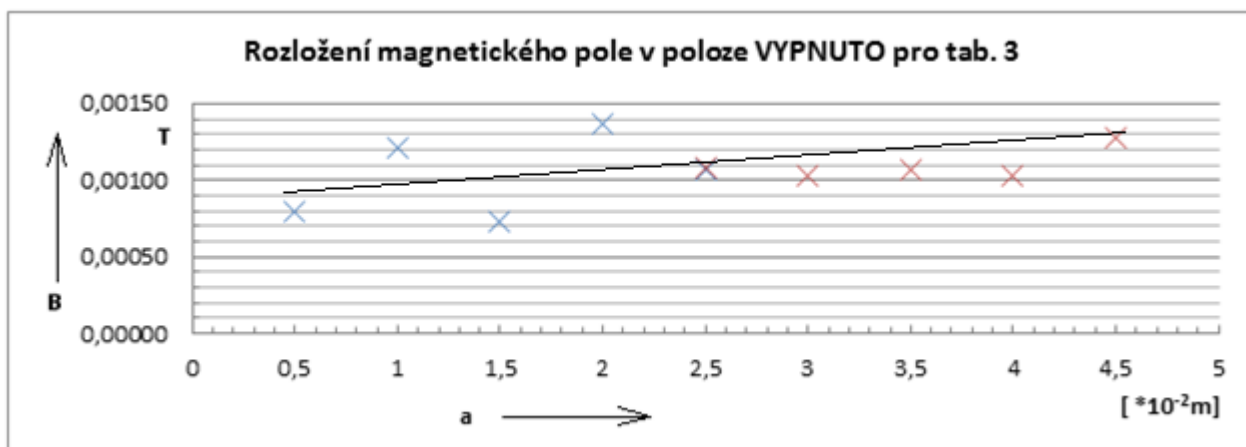
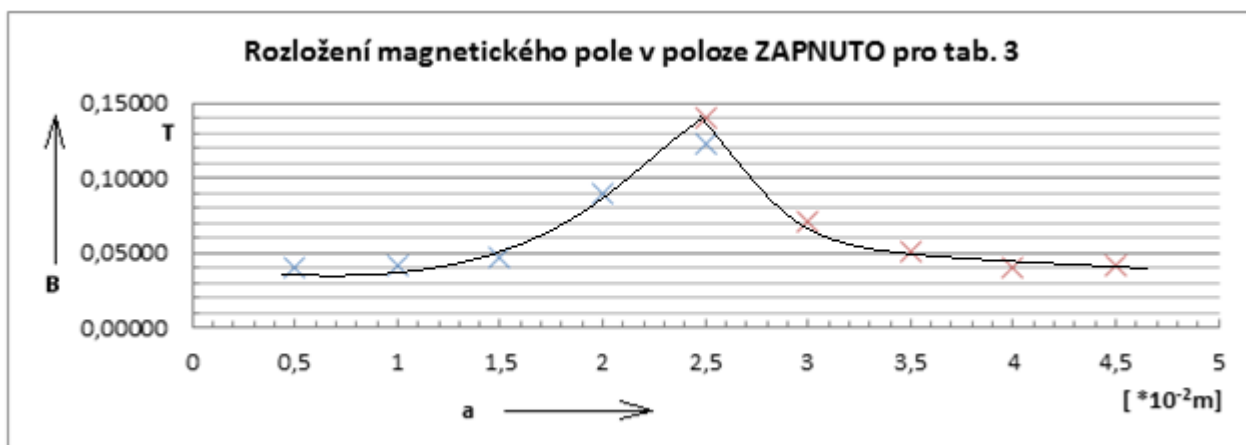
Obr 62: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 3, tab.2, $B=f(a)$



Tab. 11. strana 3- měření na dolním okraji stojánku

Měřeno na dolním okraji upinky. Směrem od levého kraje k pravému									
		BOD 1			ϕ	BOD 2			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,04000	0,04100	0,04000	0,04033	0,04100	0,04200	0,04200	0,04167
	VYPNUTO	0,00080	0,00090	0,00070	0,00080	0,00150	0,00124	0,00090	0,00121
Pravá strana	ZAPNUTO	0,04200	0,04100	0,04300	0,04200	0,04000	0,04100	0,04200	0,04100
	VYPNUTO	0,00131	0,00128	0,00124	0,00128	0,00100	0,00090	0,00120	0,00103
		BOD 3			ϕ	BOD 4			ϕ
		[T]			[T]	[T]			[T]
Levá strana	ZAPNUTO	0,04700	0,04800	0,04800	0,04767	0,09000	0,08800	0,09100	0,08967
	VYPNUTO	0,00080	0,00080	0,00060	0,00073	0,00140	0,00130	0,00140	0,00137
Pravá strana	ZAPNUTO	0,05000	0,05100	0,05200	0,05100	0,07000	0,07100	0,07200	0,07100
	VYPNUTO	0,00090	0,00120	0,00110	0,00107	0,00120	0,00090	0,00100	0,00103
		BOD 5			ϕ				
		[T]			[T]				
Levá strana	ZAPNUTO	0,12000	0,13000	0,12000	0,12333				
	VYPNUTO	0,00120	0,00090	0,00110	0,00107				
Pravá strana	ZAPNUTO	0,15000	0,14000	0,13000	0,14000				
	VYPNUTO	0,00110	0,00124	0,00090	0,00108				

Obr 63: Grafické zpracování naměřených hodnot strana 3, tab.3, $B=f(a)$





POUŽITÉ MĚŘÍCÍ POMŮCKY

Označení	Typ	Rozsah	Třída přesnosti	Výrobní číslo	Výrobce
T1	digitální	-	2,5	6776947	Metra
Zdroj	regulovatelný	32V / 6,4A	-	0066804943	<u>Statron</u>
Štítkové hodnoty	Upínka typ ZVL 251858.2				

Příloha 2: CD obsahující animace a následující části

Součásti ipt:

- Držák
- Magnet
- Mezistěna
- Ovladač
- Plech 1
- Podložka
- Svorkav2
- Šroub
- Tělo část 1
- Tělo část 2

Soubory avi:

- Reprezentace rozpadu
- Rozpad pohybem komponentu
- Animace (prijemna barva)
- Animace (pracovni plocha)